

STANDARD 13
1955

PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA EN LA AMERICA LATINA

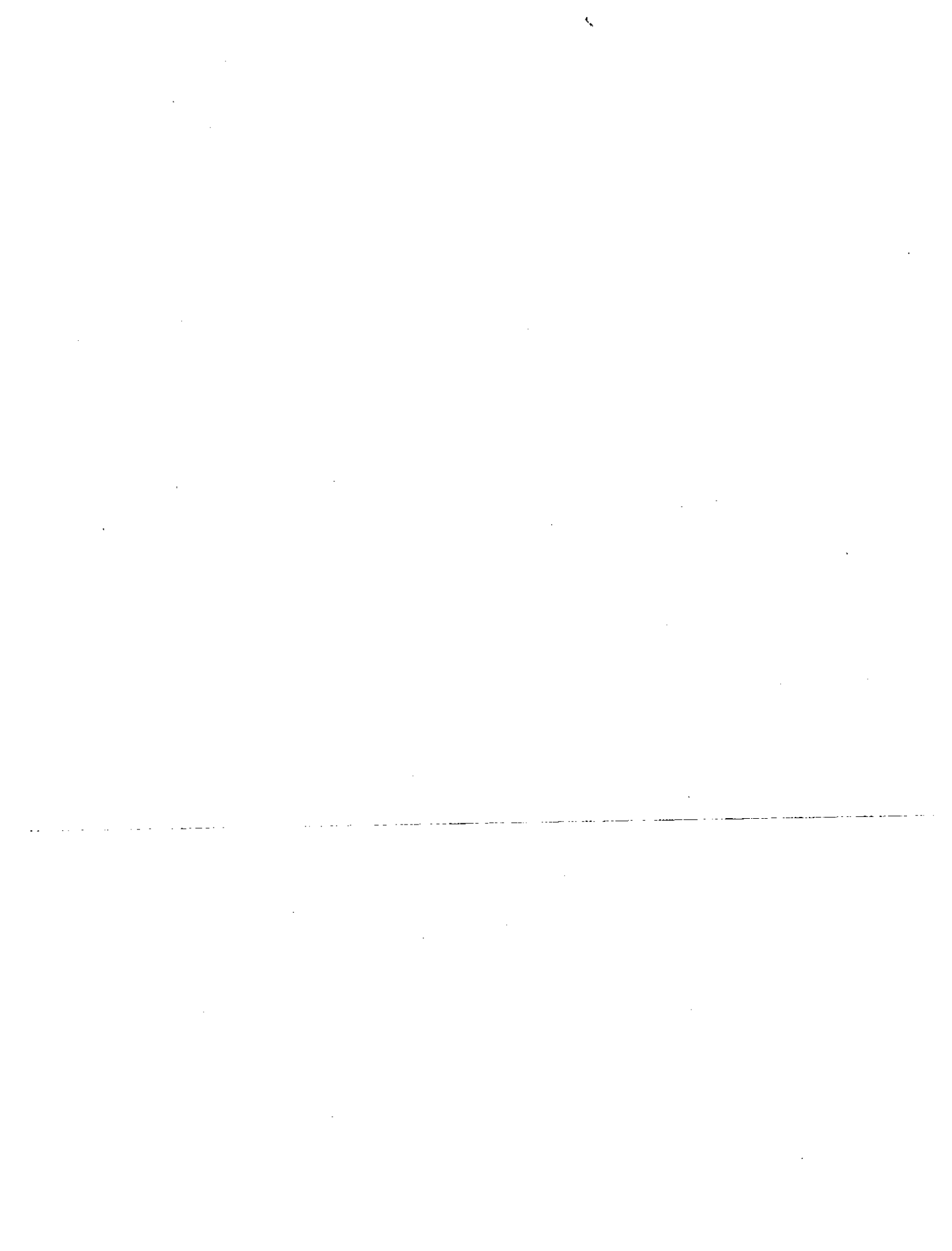


NACIONES UNIDAS
NUEVA YORK, 1955



**ORGANIZACION PARA
LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION**





PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA EN LA AMERICA LATINA

Primera parte

**Informe de la Junta Latinoamericana de Expertos
en la Industria de Papel y Celulosa**

Auspiciada por

**las secretarías de la Comisión Económica para América Latina, de
la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la
Alimentación, y de la Administración de Asistencia Técnica.**

Segunda parte

Trabajos Técnicos presentados a la Junta



MEXICO, 1955



E/CN.12/361/Rev. 1
FAO/ETAP N° 462/Rev. 1
ST/TAA/SER.C/19/Rev. 1

Octubre 1955

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS

N° de venta: 1955.II.G.4

Precio: \$4.50 (E.E.U.U.); 32 chelines; 19.50 francos suizos
(o su equivalente en la moneda del país)

Nota preliminar

El presente informe se divide en dos partes. La primera trata de la Junta misma --composición, asistencia, organización, debates y conclusiones--; en la segunda se reproduce el texto, íntegro o condensado, de los documentos que se presentaron a ella.

El Apéndice I contiene la lista de los participantes y de aquellas personas que enviaron trabajos pero que no pudieron asistir a la Junta. En el Apéndice II se reproducen los discursos pronunciados en la sesión inaugural.

Símbolos empleados

El punto (.) se utiliza para separar miles y millones.

La coma (,) separa los decimales.

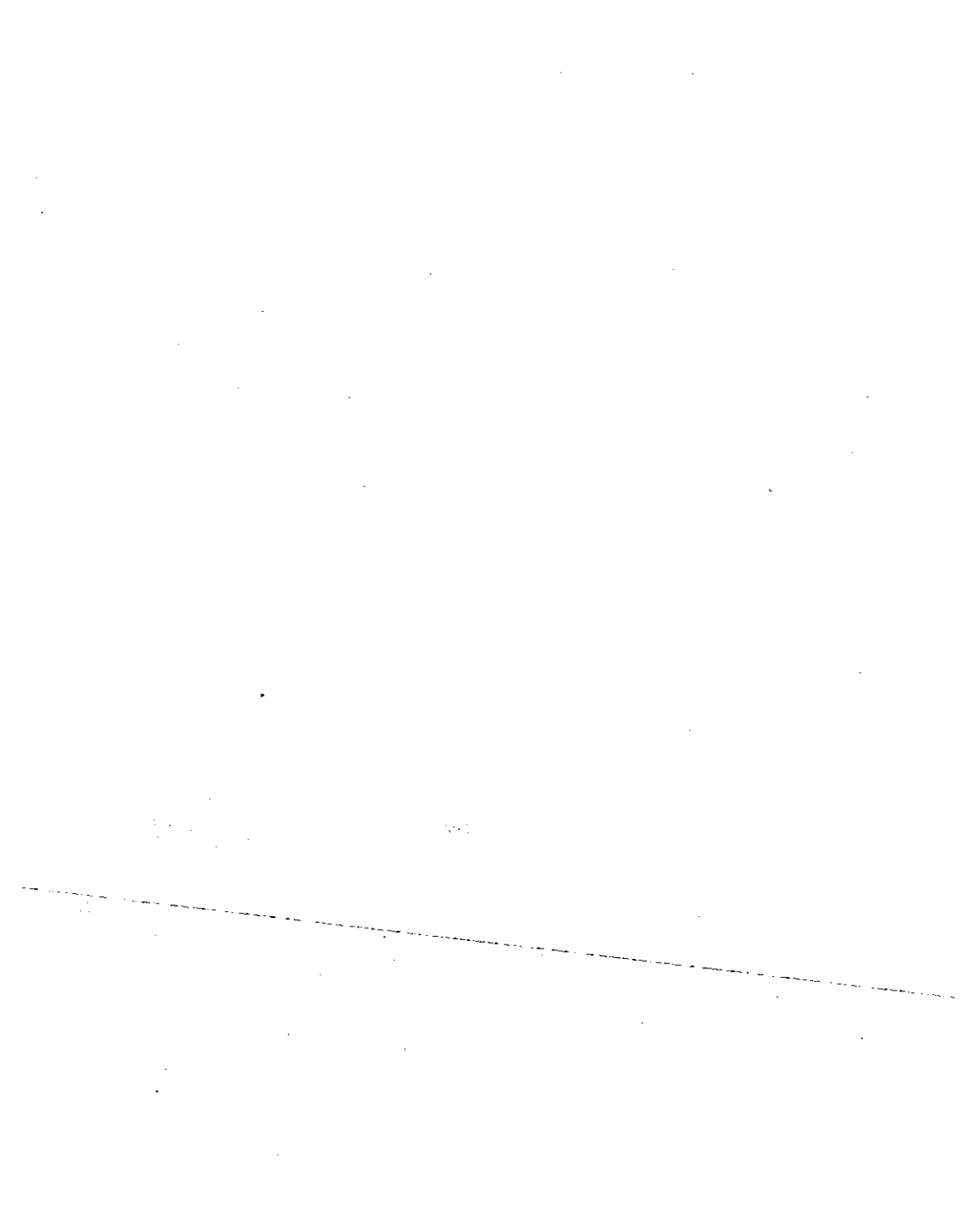
Salvo indicación expresa en contrario el término "toneladas" designa toneladas métricas. Esto se aplica tanto a los documentos de la Secretaría como de los expertos, en la segunda parte de este volumen.

A menos que se indique otra cosa, el término dólares o el signo \$ se refieren a dólares de los Estados Unidos.

El uso de un guión entre fecha de años —verbigracia 1948-53— indica normalmente un promedio del período completo de años civiles que cubre e incluye los años inicial y final. La letra "a" entre los años significa el período completo, por ejemplo, 1948 a 1952 quiere decir de 1948 a 1952, ambos inclusive.

Corrójase

Página	línea	Dice	Debe decir
4	45	H. K. Colligen	H. K. Collinge
5	6	pel y celulosa...	papel y celulosa...
20	10	material filtrante	material fieltante
23	21	salicíneas	salicáceas
63	nota	(55/ECLA/...	(ST/ECLA/...
94	Cuadro 16	Yucatán. . . . 56 . . . Amapá 73 . . . Suecia 69 . . .	Suecia 56 . . . Yucatán. . . . 73 . . . Amapá 69 . . .
95	Cuadro 17 (rubro)	300, 200, 200, 50	300, 200, 100, 50
127	Anexo 33 } Anexo 34 } (tít)	CORTE de la madera...	COSTO de la madera
206	3	H. Schwarz	A. Schwarz
316	5	$z = \frac{Z}{n} = \frac{11,4}{X} + \frac{0,507}{n}$	$z = \frac{Z}{300X} = \frac{11,4}{X} + \frac{0,507}{n}$
319	12 (rubro)	CASO B. Bagazo... (Dólares por tonelada...)	CASO B. Bagazo... (Consumo de bagazo, toneladas/día)



INDICE DE MATERIAS

PRIMERA PARTE: INFORME DE LA JUNTA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS EN LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA

	<i>Página</i>
INTRODUCCIÓN [1-3]*	3
I. ORGANIZACIÓN DE LA JUNTA [4-14]	3
A. Composición, asistencia y organización [4-13]	3
B. Temario [14]	5
II. OBJETO, DEBATES Y CONCLUSIONES [15-77]	5
Objeto [15-18]	5
Debates [19-76]	5
Conclusiones generales [77]	9
III. INFORMES DE LOS COMITÉS [78-333]	9
Consumo, producción y comercio de papel y celulosa en América Latina [78-92]	9
Aspectos económicos de la fabricación de papel y celulosa a base de maderas tropicales y subtropicales [63-153]	11
Aspectos de la fabricación de papel y celulosa a base de otros recursos forestales en América Latina [154-176]	16
El eucalipto en la fabricación de papel y celulosa [177-195]	17
Aspectos económicos de la fabricación de papel y celulosa a base de bagazo de caña de azúcar [196-214]	19
Presentación de trabajos sobre determinados asuntos técnicos [215]	21
Examen de las perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en determinados países latinoamericanos [216-286]	21
Papel de diario [287-308]	22
Financiamiento del desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina [309-333]	24
VIII. RECOMENDACIONES [334-364]	27

SEGUNDA PARTE: TRABAJOS TECNICOS PRESENTADOS A LA JUNTA

INDICE DE LOS DOCUMENTOS PRESENTADOS	33
I. Introducción	39
II. Consumo, producción y comercio de papel y celulosa en América Latina	41
III. Aspectos económicos de la fabricación de papel y celulosa a base de maderas tropicales y subtropicales	67
IV. Aspectos de la fabricación de papel y celulosa a base de otros recursos forestales en América Latina	243
V. Aspectos económicos de la fabricación de papel y celulosa a base de bagazo de caña de azúcar	291
VI. Presentación de trabajos sobre determinados asuntos técnicos	417
VII. Examen de las perspectivas de desarrollo de las industrias de papel y celulosa en determinados países latinoamericanos	483
VIII. Financiamiento del desarrollo latinoamericano de la industria de papel y celulosa	493
IX. Tema especial sobre papel de diario	515

Apéndice I: LISTA DE PARTICIPANTES Y DE PERSONAS QUE PRESENTARON TRABAJOS

1. Países latinoamericanos	525
2. Otros países	528
3. Representantes de organizaciones internacionales	529

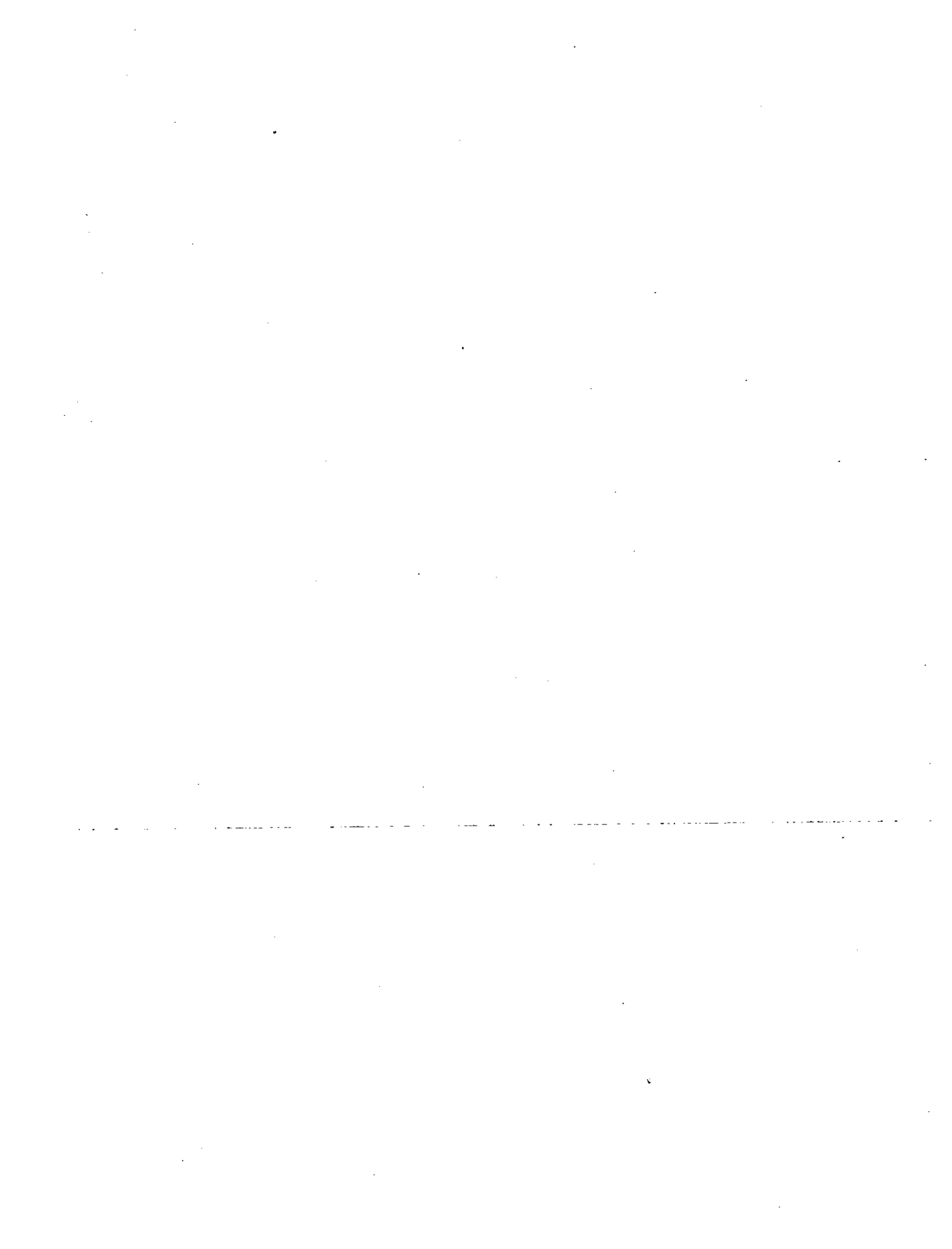
* Los números entre corchetes indican los párrafos correspondientes del informe.

Apéndice II: DISCURSOS DE APERTURA

	<i>Página</i>
1. Del señor <i>Carlos A. Hogan</i> , Ministro de Agricultura y Ganadería de la República Argentina	530
2. Del señor <i>Raúl Prebisch</i> , Director Principal a cargo de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina	531
3. Del señor <i>Egon Glesinger</i> , Subdirector de la División Forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	534
ÍNDICE DE COLABORADORES	539

PRIMERA PARTE

**INFORME DE LA JUNTA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS EN LA INDUSTRIA DE
PAPEL Y CELULOSA**



Introducción

1. La Junta Latinoamericana de Expertos en la Industria de Papel y Celulosa, que se celebró en Buenos Aires en 1954, surgió de la acción conjunta de varios organismos internacionales que en los años siguientes a la segunda guerra mundial han venido ocupándose cada vez más de asegurar un abastecimiento adecuado y una buena distribución de papel y celulosa.

2. Los hechos que han motivado la celebración de esta Junta pueden resumirse como sigue:

- a) Abril de 1949: reunión en Montreal, bajo los auspicios de la FAO, de una conferencia preparatoria sobre los problemas mundiales de la celulosa;
- b) Junio de 1951: aprobación, en el cuarto período de sesiones de la CEPAL, de una resolución por la que recomendaba a la CEPAL y a la FAO que exploren las posibilidades de desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina. Esta resolución dió origen a un informe conjunto de ambas organizaciones, que se presentó a la CEPAL en su quinto período de sesiones en 1953, y que ha sido posteriormente publicado en forma impresa;¹
- c) Septiembre de 1951: aprobación por el Consejo Económico y Social de una resolución en la que se solicita del Director General de la FAO que asesore a los gobiernos miembros sobre el programa a largo plazo que se requiere para proporcionar a todos los países adecuados suministros de papel y celulosa para satisfacer sus crecientes necesidades;²
- d) Diciembre de 1952: celebración en la sede de la FAO, en Roma, de una reunión de consulta entre destacados

especialistas de la industria de papel y celulosa de todo el mundo, para determinar las posibilidades técnicas y económicas de la fabricación de celulosa y papel a base de las diversas clases de materias primas disponibles;³

- e) Años 1952 y 1953: grupos de investigación de la FAO designados por breve plazo, visitaron 24 países para averiguar, en colaboración con las autoridades locales competentes, en qué medida las materias primas y otros factores de la productividad pueden permitir una expansión de la producción de papel y celulosa;
- f) Abril de 1953: a base del informe mencionado en el precedente punto b), se aprobó una resolución en el quinto período de sesiones de la CEPAL por la que se recomendó que la CEPAL y la FAO, conjuntamente con la Administración de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, organizaran una junta de expertos en la industria de papel y celulosa para examinar los problemas generales de producción y consumo en América Latina.

3. El informe que sigue consta de cuatro secciones. En la primera se describe la composición de la Junta y la forma en que se organizó su trabajo; contiene también el temario aprobado. En la segunda se presenta un resumen de los debates y se enumeran las conclusiones generales que se deducen de ellos. En la tercera consta la versión completa de los informes de los distintos comités tal y como se aprobaron —en algunos casos después de enmendarse— en las sesiones plenarias. La última sección reúne, en un solo capítulo, las diversas recomendaciones hechas por la Junta en los informes que aprobó y en el curso de debates efectuados en sesión plenaria.

I. Organización de la Junta

A. COMPOSICION, ASISTENCIA Y ORGANIZACION

1. APERTURA Y CLAUSURA DE LAS SESIONES

4. La sesión inaugural de la Junta se celebró en el Aula Magna "Eva Perón" de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires, en Buenos Aires, República Argentina, el 19 de octubre de 1954. El señor Carlos A. Hogan, Ministro de Agricultura y Ganadería de la República Argentina, pronunció el discurso inaugural en nombre del Presidente de la República, General Juan D. Perón. En el curso de la sesión pronunciaron discursos el señor Raúl Prebisch, Director Principal a cargo de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina y representante del Secretario General de las Naciones Unidas y del Director General de la Administración de Asistencia Técnica, y el señor Egon Glesinger, Subdirector de la División Forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y represen-

tante del Director General de esa Organización y del Secretario Ejecutivo de la Comisión Económica para Europa.⁴

5. En su última sesión plenaria, celebrada el día 2 de noviembre de 1954, la Junta aprobó el informe sobre su labor. En la sesión de clausura, que se efectuó en el Aula Magna "Eva Perón" ese mismo día, el señor Carlos A. Hogan, Ministro de Agricultura y Ganadería de la República Argentina, pronunció el discurso oficial en nombre del Presidente de la República, general Juan D. Perón. Además pronunciaron discursos los señores J. Alfred Hall, Director del Forest Products Laboratory del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y Relator de la Junta; Silvio Gagliardi, Vicepresidente y Gerente de Celulosa Argentina, S. A., en nombre de los expertos latinoamericanos asistentes; E. W. Tinker, Secretario Ejecutivo de la American Paper and Pulp Association, en nombre de los expertos norteamericanos; Julius Grant, Director de Pulp and Paper

¹ Véase el informe *Posibilidades de desarrollo de la industria de papel y celulosa en la América Latina* (E/CN.12/294/Rev.2) (Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta 1953.II.G.2) Nueva York, 1954.

² Véase el informe *Recursos mundiales en pulpa de madera y papel y perspectivas para el futuro* (21943) Nueva York, septiembre de 1954.

³ Véase el informe *Raw materials for more paper*, FAO Forestry and Forest Products Study N° 6, Roma, 1953.

⁴ Los textos de los tres discursos mencionados constituirían los Apéndices II, III, IV de este documento y se han agrupado ahora en el Apéndice II, que figura al final del presente volumen.

Research Co. (Gran Bretaña) y representante de la British Paper and Board Makers Association, en nombre de los expertos europeos, y Pierre Terver, Jefe de Asistencia Técnica de la División Forestal de la FAO, en representación de todas las organizaciones internacionales que habían patrocinado la Junta.

2. COMPOSICIÓN Y ASISTENCIA

6. Asistieron a la Junta 154 expertos en papel y celulosa de los siguientes países latinoamericanos: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, México, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela. Asimismo participaron 32 expertos originarios de los países indicados a continuación: Australia, Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Italia, Noruega, Reino Unido, República Federal de Alemania y Suecia.¹

3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE LA JUNTA

a) Dirección

7. En su primera sesión plenaria la Junta eligió Presidente al señor *Carlos A. Hogan*, Ministro de Agricultura y Ganadería de la República Argentina.

8. Los trabajos de la Junta estuvieron a cargo de los siguientes funcionarios:

Directores:

Carlos Quintana, Director por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y la Administración de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas (ATT)

Arne Sundelin, Director por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Secretario General:

Tomás Fortunato Desimone, del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, de la República Argentina

Coordinadores:

Pierre Terver, por la FAO y la Comisión Económica para Europa (CEE)

Alfonso Santa Cruz, por la CEPAL y la AAT

Consejeros especiales:

Jack Westoby, de la FAO y la Comisión Económica para Europa (CEE);

Gerald Welsb, de la FAO

9. Fué designado Relator el señor *J. Alfred Hall*, Director del Forest Products Laboratory, del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

b) Directores de debates y comités de redacción

10. En relación con cada punto del temario² se designaron directores de debates y se constituyeron comités de redacción en la forma siguiente:

¹ Tanto la lista completa de participantes en la Junta como la de los representantes de los diversos organismos internacionales presentes se recogen en el Apéndice I que figura al final de este volumen. Ese Apéndice ha sido ampliado para incluir a las personas que presentaron trabajos y no asistieron a la reunión, y desglosado del texto primitivo del documento E/CN.12/361.

² Véase el inciso B siguiente.

Punto II: Director de debates: *Carlos Benko* (Brasil). Comité: *C. Benko*, *P. Asenjo*, *O. A. D'Adamo*, *J. C. Leone*, *A. Picasso Oyague*, *R. Remolina* y *F. Urencio*.

Punto III: Director de debates: *W. O. Hisey* (Estados Unidos). Comité: *W. O. Hisey*, *G. H. Chidester*, *H. K. Collinge*, *J. Di Filippo*, *H. W. Giertz*, *Stacy May*, *J. Michon*, *L. Rys* y *P. S. Sandwell*.

Punto IV: Director de debates: *Lucas A. Tortorelli* (Argentina). Comité: *Lucas A. Tortorelli*, *P. Asenjo*, *L. Golarí*, *L. Huguet*, *I. A. de Hulster*, *R. B. Jeffreys*, *A. G. Ragonese*, *L. Rys*, *A. N. Sampaio* y *E. Valente*.

Punto V: Director de debates: *Joseph E. Atchison* (Estados Unidos). Comité: *J. E. Atchison*, *T. M. Cook*, *D. S. Cusi*, *J. Di Filippo*, *J. Guerra*, *E. C. Latbrop*, *H. K. Metcalf*, *L. Morganti*, *H. Niethammer*, *W. J. Nolan* y *G. Pomilio*.

Punto VI: Director de debates: *Hans W. Giertz* (Suecia). (No se constituyó comité de redacción para este punto por estimar la Junta que un examen de los diversos documentos presentados era suficiente).

Punto VII: Director de debates: *Silvio Gagliardi* (Argentina). Comité: *S. Gagliardi*, *P. Asenjo*, *J. von Bergen*, *L. Escobar*, *J. C. Leone*, *R. Remolina*, *R. Urencio* y *F. H. Vogel*.

Punto VIII: Director de debates: *Stacy May* (Estados Unidos). Comité: *S. May*, *O. A. D'Amo*, *T. M. Cook*, *D. S. Cusi*, *J. C. Leone*, *C. D. McCoy*, *W. H. Morell*, *E. W. Tinker* y *M. Viaud*.

Punto IX: Director de debates: *Percy R. Sandwell* (Canadá). Comité: *P. R. Sandwell*, *P. Asenjo*, *G. H. Chidester*, *H. K. Collinge*, *J. Di Filippo*, *H. Niethammer* y *K. Zappert*.

11. Aparte de los comités de redacción mencionados, se constituyeron dos subcomités para examinar temas especiales que la Junta estimó de particular interés. Uno de ellos abordó el tema concreto del eucalipto y estuvo integrado por:

Director de debates: *R. B. Jeffreys* (Australia). Miembros: *R. B. Jeffreys*, *N. Battenberg*, *G. H. Chidester*, *J. Di Filippo*, *J. Grant* y *J. C. Leone*.

Dicho Subcomité dió cuenta en sesión plenaria del resultado de sus debates y su informe, tal como fué aprobado, se presenta a continuación del correspondiente al punto IV del temario relacionado con otros recursos forestales latinoamericanos.

12. El segundo subcomité se formó para estudiar los problemas de asistencia técnica, investigación y capacitación. Estuvo integrado por:

Director de debates: *H. K. Colligen* (Canadá). Miembros: *H. K. Collinge*, *J. von Bergen*, *E. Gagliardi*, *H. W. Giertz*, *J. A. Hall*, *J. C. Leone* y *H. Thielen*.

El informe de dicho subcomité constaba de recomendaciones presentadas directamente en sesión plenaria. En la sección IV se dan a conocer esas recomendaciones, tal como fueron aprobadas, junto con las contenidas en los informes de otros comités.

13. La Junta designó por unanimidad, al señor *Gardner H. Chidester* (Estados Unidos) para presidir las últimas sesiones plenarias, en las que se debatieron y aprobaron los informes presentados por los comités y subcomités.

14. La Junta aprobó el siguiente temario para sus sesiones de trabajo:

Punto II: *Consumo, producción y comercio de papel y celulosa en la América Latina.*

Punto III: *Aspectos económicos de la fabricación de papel y celulosa a base de maderas tropicales y subtropicales.*

Punto IV: *Aspectos de la fabricación de papel y celulosa a base de otros recursos forestales en América Latina.*

Punto V: *Aspectos económicos de la fabricación de papel y celulosa a base de bagazo de caña de azúcar.*

Punto VI: *Presentación de trabajos sobre determinados asuntos técnicos.*

Punto VII: *Examen de las perspectivas de desarrollo de las industrias de papel y celulosa en determinados países latinoamericanos.*

Punto VIII: *Financiamiento del desarrollo de la industria de papel y celulosa en la América Latina.*

Punto IX: *Papel de diario.*

II. Objeto, debates y conclusiones

I. OBJETO

15. Con esta Junta se continuó el programa de las Naciones Unidas y sus organismos encaminado a aumentar la producción mundial de celulosa y papel para cubrir los déficit actuales y la previsible demanda futura. Hace algunos años se vió claramente que habría un límite para la producción a base de maderas de bosques de zona templada, y que las inmensas riquezas forestales de los trópicos —conjuntamente con los abundantes materiales fibrosos subsidiarios— constituían la más probable fuente de abastecimiento de las enormes cantidades de fibra que eran necesarias.

16. En 1952 se reunió un grupo de técnicos en papel y celulosa en la sede de la FAO en Roma, y estudió este problema desde dos puntos de vista principales: *a)* la adaptabilidad técnica de las maderas tropicales y otros recursos no tradicionales como materia prima para la fabricación de papel y celulosa, y *b)* los costos probables de producción de papel y celulosa a base de esta clase de materias primas.

17. Esa reunión convino en señalar que con los procedimientos existentes podía fabricarse, a base de maderas tropicales, papel y celulosa técnicamente satisfactorios, y en que existían razones para suponer que ello era económicamente factible. Además hizo un análisis más a fondo de los problemas que deberían estudiarse y solucionarse antes de emprender un desarrollo en gran escala y expuso tales problemas.

18. La Junta examinó esos y otros problemas que se presentan en América Latina y las condiciones especiales que en ella se dan. En resumen, esos problemas consistían en determinar lo siguiente:

- a)* la demanda actual y la probable demanda futura de papel y celulosa en América Latina, en la región en general y en cada país en particular;
- b)* los procedimientos, fuentes de abastecimiento y costos para hacer frente a la demanda actual;
- c)* las probabilidades de cubrir las necesidades futuras utilizando sólo los recursos latinoamericanos o combinándolos con productos importados necesarios y disponibles, teniendo en cuenta la totalidad de los recursos fibrosos disponibles para la producción de celulosa y papel;
- d)* las posibilidades de los procedimientos técnicos conocidos, sus costos y probables resultados al aplicarse a las maderas y materiales fibrosos latinoamericanos para producir los diferentes tipos y calidades de papel que exige la región;
- e)* las regiones que necesitan investigaciones coordinadas

en silvicultura y tecnología para poder elaborar un programa de desarrollo;

- f)* los obstáculos de orden económico, político y social que se oponen a la expansión de las industrias existentes y la creación de otras nuevas con el fin de hacer frente a las necesidades presentes y futuras;
- g)* las normas para valorar los nuevos proyectos;
- h)* los recursos financieros disponibles para el desarrollo de las industrias de papel y celulosa.

2. DEBATES

19. A continuación se presenta un resumen de los debates de la Junta, siguiendo el orden del temario.

a) Consumo, producción y comercio

20. Según una estimación prudencial, el consumo de papel y celulosa se duplicará en 1965, alcanzando casi a los 3 millones de toneladas en comparación con la cifra aproximada de 1,5 millón por año que se registró en el período 1948-52. Dado un desarrollo económico favorable, esta cifra puede alcanzar niveles todavía más altos. Estas estimaciones no representan en manera alguna los niveles máximos de consumo que pueden alcanzarse si se dispone de cantidades adecuadas de celulosa y papel, pues los datos históricos muestran claramente la relación que existe entre las cantidades de papel disponible y el aumento de su índice de consumo.

21. Es probable que esta demanda creciente no pueda cubrirse con las importaciones de Europa o América del Norte, ni tampoco con los proyectos latinoamericanos en curso de realización o estudio. La capacidad regional de producción de celulosa y papel debe aumentar considerablemente dentro de los próximos años para poder hacer frente a aquellas necesidades claramente previsibles.

22. Dos aspectos especiales merecen atención preferente: *a)* la elaboración de pastas mecánicas u otras pastas que puedan reemplazar a las primeras en la fabricación de papel de diario, y *b)* la pasta Kraft o una combinación de pastas para producir papeles de envolver de alto grado de resistencia.

b) Maderas tropicales y subtropicales

23. La cuantía de los recursos básicos de maderas tropicales y subtropicales constituye, con toda propiedad, un gran desafío a la industria. Pero esta abundancia efectiva

de recursos frente a la pequeña escala de las explotaciones actuales, plantea tres clases de problemas diferentes:

a) los que se relacionan con el cálculo aproximado de los recursos, su composición y capacidad de abastecimiento continuo, y su probable evolución futura a consecuencia de la explotación; estos problemas atañen a la administración de los recursos forestales;

b) considerando que estos bosques proporcionan maderas que aún no son bien conocidas por la tecnología del papel y de la celulosa, la aplicación de los procedimientos corrientes, sea cual sea la forma que revistan, requiere una valoración de los costos, resultados técnicos y capacidad para satisfacer la demanda de diferentes clases y calidades de papel; estos problemas atañen principalmente a la tecnología del papel y de la celulosa;

c) la existencia de posibles lugares en regiones poco desarrolladas, en donde no existen o son rudimentarios los servicios industriales, sociales y de transporte plantea problemas importantes de carácter económico.

24. Desde el punto de vista silvícola, el principio básico consiste en mantener un abastecimiento constante y adecuado de materia prima para la industria que se desea establecer. A pesar de la falta de conocimientos más profundos sobre la forma en que estos bosques resistirán la tala, existe cierto optimismo respecto a su larga duración. Esa creencia se basa en las conocidas manifestaciones de la silvicultura tropical, la energía y la capacidad de crecimiento de los bosques, y en la necesidad actual de contar con plantas factibles de ordenación y conservación.

25. Dichos planes deberán basarse en el censo original, en los inventarios constantes que registran los efectos dinámicos de la tala y en aquellas modificaciones de las prácticas silvícolas que sean resultado de la experiencia. Esta ha sido la historia de la habilitación de todos los tipos de bosques nuevos y, por lo tanto, no hay ninguna razón para esperar que la experiencia sea diferente en los bosques tropicales. Por ejemplo, según los resultados obtenidos en la región amazónica del Perú, la *Cecropia* se desarrolla de manera normal en los rasos y en rodales razonablemente homogéneos. Si la experiencia corrobora este hecho, constituirá un ejemplo excelente del mejoramiento de los bosques, mediante la tala, y los bosques nuevos se adaptarán mejor a las exigencias de la industria de papel y celulosa.

26. En algunas regiones, la iniciación de las explotaciones forestales ocasiona muchos gastos. Cuando los bosques están compuestos principalmente por árboles cuya madera sirve para chapas y para aserrar, debe tratarse de utilizar en forma adecuada dichas maderas a fin de hacer efectivos los valores potenciales y distribuir convenientemente los costos de extracción, de construcción de caminos y de otros medios de explotación. Además, la integración de otras formas de aprovechamiento con la industria del papel y la celulosa puede hacer posible la realización de un proyecto que de otro modo sería impracticable.

27. La selección del procedimiento que debe emplearse para la elaboración de celulosa a base de maderas tropicales mezcladas debe hacerse tomando en cuenta su adaptabilidad a una multitud de especies y también la necesidad de aplicar la pasta resultante al producto que se desea obtener. Por lo común, el procedimiento al sulfato se considera el más adecuado para las maderas tropicales por cuanto puede aplicarse indistintamente a una serie de especies latifoliadas y tolera la corteza y los extraíbles. Se han realizado numerosas investigaciones que han demostrado ampliamente la

flexibilidad del procedimiento al sulfato cuando se aplica a mezclas heterogéneas de maderas tropicales.

28. Algunas veces es necesario recurrir a una eliminación selectiva de las especies que poseen un alto contenido de sílice o que por otras razones no son apropiadas para la elaboración.

29. Para la producción de pastas sucedáneas de la pasta mecánica empleada en papel de diario u otros productos, el procedimiento corriente de la pasta mecánica puede aplicarse con muy buenos resultados a determinadas especies que se den en abundancia. Sin embargo, no ofrece muchas posibilidades la producción de pasta mecánica a base de una mezcla de especies tropicales mediante los procedimientos comunes.

30. Algunos otros procedimientos, y muy en especial el semi-químico al sulfito neutro y el de la soda fría, de reciente invención, parecen adaptarse a la necesidad de América Latina de obtener un tipo de pasta adecuado para la fabricación de papel de diario. Estas pastas, convenientemente mezcladas, pueden también usarse en la producción de una gran variedad de papeles. Especialmente en el caso del procedimiento a la soda cáustica fría, las inversiones y el tamaño de la fábrica no necesitan ser considerables.

31. Por lo que toca a la ubicación de las fábricas de los proyectos de papel y celulosa en América Latina, se presentan problemas que en las regiones más industrializadas son desconocidos. Las inversiones de capital necesarias para la instalación de una fábrica en las regiones poco desarrolladas pueden ser cuantiosas, pero a su vez son susceptibles de compensación con los costos más bajos de otros rubros. El empresario buscará la manera de equilibrar las ventajas y desventajas que presenten las diversas ubicaciones, y concentrará su atención en aquella que ofrezca una combinación óptima de los factores más adecuados de carácter local.

32. Cuando se estudia la realización de un proyecto en una región que carece totalmente de servicios urbanos elementales, pero en la cual los gobiernos desean fomentar el desarrollo industrial por razones económicas y sociales, se puede llegar a un entendimiento entre el capital privado y las autoridades gubernamentales, de manera que éstas tomen a su cargo el financiamiento de los servicios denominados de "colonización". Hasta que no se adopten dichas medidas, el capital privado dirigirá necesariamente su atención hacia los proyectos previstos en las regiones desarrolladas cercanas a los centros urbanos de consumo.

33. Es probable que las pastas a base de maderas tropicales de especies latifoliadas no desempeñen una función significativa en el mercado mundial hasta dentro de muchos años, pero pueden ser de gran importancia para cubrir las necesidades de América Latina. En general, esto se aplica especialmente a aquellos casos en que es posible una integración adecuada con aquellas regiones que producen pastas de fibras largas. Existen buenas perspectivas en el mercado regional para las pastas blanqueadas y sin blanquear, elaboradas a base de maderas tropicales de especies latifoliadas, y, en particular, para los papeles fabricados con ellas.

34. No puede generalizarse en lo que se refiere al tamaño económico mínimo de las fábricas que se proyecta instalar en América Latina. Pero, en general, las inversiones serán más elevadas si los lugares de emplazamiento en las regiones poco desarrolladas se comparan con los de las zonas industrializadas. En cambio, algunos costos—como los de la pasta mecánica y los jornales—tenderán a ser más bajos.

35. La Junta llegó a la conclusión de que los datos exis-

tentes revelan que es posible convertir las maderas tropicales en papel de buena calidad, a precios de competencia en los mercados nacionales o regionales, siempre que se elija convenientemente el lugar de emplazamiento de las fábricas.

c) Otros recursos forestales

36. Aunque los bosques tropicales y subtropicales de América Latina contienen importantes riquezas potenciales, existen en la región otros recursos forestales dignos de consideración. Entre éstos, hay extensos bosques de especies latifoliadas y coníferas de zonas templadas y grandes plantaciones de ambos tipos.

37. Los factores generales que determinan las prácticas forestales y el aprovechamiento de los bosques de especies latifoliadas son similares a los de los bosques de este tipo en todo el mundo. Una vez que se ha decidido destinar la tierra al cultivo de bosques permanentes de especies latifoliadas, basándose en estudios económicos y de clasificación de la tierra, la buena composición del bosque y su rendimiento dependerán de la corta. Los procedimientos establecidos para la elaboración de pastas pueden facilitar este proceso y permitir el aprovechamiento de los bosques existentes a fin de mejorar las cortas futuras.

38. Tanto en el caso de los bosques de especies latifoliadas como en el de coníferas, debe concederse gran importancia a los problemas de carácter general que se relacionan con la protección contra los incendios y contra el abuso del pastoreo.

39. La regeneración natural de los bosques existentes debe completarse a veces con la plantación y, en tales casos, se presenta la oportunidad de mejorar la composición y el rendimiento de los bosques mediante la selección de especies e incluso la transformación de un bosque natural de especies latifoliadas en otro de coníferas, que es más lucrativo.

40. Merece especial atención la ampliación de los bosques naturales de coníferas en América del Sur y México mediante métodos de plantación basados en investigaciones adecuadas.

41. Las plantaciones interesan a los fabricantes de papel y celulosa porque su rendimiento puede adaptarse convenientemente a las exigencias de los procedimientos y productos. Además, como es corriente que las plantaciones estén próximas a las zonas industriales, se eliminan muchos de los problemas que se presentan en lugares más apartados.

42. Las plantaciones se recomiendan en general en dos casos principales: a) cuando constituyen la mejor forma de aprovechar la tierra; se encuentran numerosos ejemplos en el noroeste de la Argentina y en el Brasil con las plantaciones de pino del Paraná y eucalipto; b) cuando significan el aprovechamiento lucrativo de tierras forestales desperdiciadas, ya se trate de tierras sin bosques o cubiertas de monte con escaso o ningún valor económico. Pueden citarse como ejemplos las plantaciones de *Pinus radiata* en Chile y las del delta del Paraná.

43. En América Latina se pueden realizar importantes investigaciones en materia de plantaciones con el fin de asegurar la reforestación de una gran cantidad de tierras sin bosques o escasamente cubiertas de árboles y para la creación de nuevos bosques. La experimentación con las especies exóticas y la selección de variedades superiores de especies autóctonas ofrecen posibilidades para una amplia cooperación entre las diferentes instituciones investigadoras. Conviene adoptar las medidas necesarias para ampliar el

actual intercambio de semillas y de informaciones pertinentes.

44. Debe dedicarse especial atención a la relación entre el espaciamiento, el ritmo de crecimiento y las propiedades de la madera, con el fin de obtener óptimos rendimientos y las mejores oportunidades de aprovechamiento.

45. La Oficina Forestal Regional de la FAO se encuentra en una situación privilegiada para actuar como agente centralizador y distribuidor de este tipo de informaciones. La Junta expresó la conveniencia de ampliar los servicios de dicho organismo para que pueda cumplir ese cometido.

d) Eucalipto

46. La existencia de grandes plantaciones de eucalipto, que han sido el resultado de largos años de cuidadosos experimentos —principalmente en el Brasil— ofrece perspectivas alentadoras como fuente de abastecimiento de materia prima para una industria permanente de papel y celulosa.

47. Los procedimientos al sulfato, semiquímico, a la soda y a la soda fría —este último de reciente invención— pueden aplicarse, según parece, a numerosas especies de eucalipto para la producción de una gran variedad de papeles, desde el fino de escribir hasta el papel de diario. A juzgar por la experiencia adquirida en Australia y en América Latina, en el caso de la pasta mecánica, la de eucalipto resulta de calidad inferior. En el papel de diario sólo se emplea como mezcla y en pequeños porcentajes.

48. La investigación más a fondo sobre el eucalipto podría ser de gran utilidad para América Latina, en especial si se aprovechan los trabajos de amplio alcance que ya se han realizado en África y Australia.

e) Bagazo

49. América Latina produce por año unos 26 millones de toneladas de bagazo fresco, o sea más de lo suficiente para 4 millones de toneladas de celulosa. Sin embargo, sólo de 1 a 1,5 por ciento de dicha cantidad se dedica actualmente a la elaboración de celulosa, en las nueve fábricas que existen. Por lo general, el aumento del bagazo destinado a celulosa depende enteramente de variaciones o mejoras en los procedimientos de los ingenios. El principal arbitrio consiste en reemplazar el bagazo usado como combustible por petróleo o, en ciertos países, por carbón o gas natural.

50. Los costos de inversión para sustituir el bagazo por petróleo no son en modo alguno elevados, y el costo del combustible es elemento principal en la sustitución. En términos generales, al efectuarse esa sustitución, una tonelada de petróleo reemplaza alrededor de seis toneladas de bagazo fresco.

51. Las fábricas que actualmente elaboran celulosa a base de bagazo ofrecen un caudal de experiencia en relación con las tareas prácticas de enfardar, almacenar y manejar esa fibra, que permiten la acción ininterrumpida en la elaboración de celulosa, a pesar de la duración normalmente corta de la zafra.

52. Por lo general, la separación de la médula del bagazo ha demostrado ser beneficiosa en la elaboración de pasta; además puede venderse para otros usos.

53. En cuanto a los sistemas de elaboración de pasta aplicables al bagazo parece ser que todos los procedimientos corrientes resultan satisfactorios, excepto el método al sulfito ácido.

54. Algunos tipos importantes de papel se fabrican exclu-

sivamente con bagazo. Sin embargo, se cree que la mayor contribución de esta importante materia prima será en la composición de mezclas con otras pastas. En muchos casos el mejoramiento de tales mezclas puede atribuirse a la inclusión de variables proporciones de pasta de bagazo.

55. A largo plazo, parece no haber duda de que el bagazo, en razón de un número de circunstancias económicas favorables, ocupará un lugar de importancia en el desarrollo de la producción de papel y celulosa en América Latina. A corto plazo, su contribución puede resultar limitada a causa de las restricciones impuestas por la necesidad de usar otros combustibles con el fin de liberar importantes cantidades de esta materia prima.

f) *Perspectivas de desarrollo*

56. La mayoría de los países de América Latina concede gran importancia en sus planes de industrialización al desarrollo de una capacidad adecuada de producción de papel. Reconocen claramente no sólo el valor social y económico de una industria manufacturera basada en una fuente renovable de abastecimiento, sino también el hecho de que la industria de papel y celulosa puede originar otras industrias conexas.

57. El análisis de los planes presentados por los distintos países pone de manifiesto la atención prestada a los diferentes tipos y calidades de papeles comerciales y lo inadecuado de esos planes para la producción de papel de diario. Esto no se debe al desconocimiento de la importancia que tiene este último tipo de papel; consideraciones de tipo económico —y en algunos casos de política gubernamental— han orientado los planes hacia otras clases de papel.

58. Cabe prever que las diferencias en la materia prima y ciertas circunstancias económicas crearán una tendencia hacia la especialización dentro de los países, en lo que respecta a tipos de celulosa y calidades particulares de papel. En algunos casos los mercados nacionales serán demasiado pequeños para absorber la producción de las grandes fábricas de tipo especializado. Se deduce de ello que sería conveniente facilitar la creación de mercados interlatinoamericanos de papel y celulosa.

59. Es evidente la necesidad de una coordinación internacional con fines de desarrollo, y se espera que los organismos internacionales encontrarán la forma de estudiar esta materia y prestarán ayuda en aquellos problemas que no pueden ser resueltos por cada gobierno o por las empresas privadas.

g) *Papel de diario*

60. Si los planes para aumentar la producción de papel de diario en América Latina se consideran inadecuados, ello no se debe a falta de interés. Todos los países, sin excepción, se interesan enormemente por iniciar o ampliar la producción de papel de diario.

61. Hoy día la producción de papel de diario en América Latina se basa principalmente en las fibras de coníferas y en el empleo de métodos más o menos convencionales; tal producción aumentará, pero muchos países latinoamericanos carecen de esas fibras.

62. Actualmente existen procedimientos prometedores para fabricar papel de diario a base de maderas tropicales en combinación con pastas de fibra larga. Por ejemplo, los resultados de ensayos técnicos revelan que es posible sustituir la pasta mecánica por pasta semiquímica elaborada a base de especies latifoliadas, empleando tal vez menor canti-

dad de celulosa de fibra larga, para producir papel de diario de composición no habitual y de calidad satisfactoria; con algunos de estos procedimientos puede solucionarse desde el punto de vista técnico el problema de la producción de ese tipo de papel.

63. Conviene destacar los problemas económicos que puede presentar la promoción de la producción de papel de diario en América Latina. Sólo en contados casos es posible el funcionamiento de una fábrica de ese papel si tiene que competir —aunque sea en el mercado nacional— con el producto similar importado. Los gobiernos que deseen asegurar la producción nacional de papel de diario deben conocer las desventajas económicas en que tal vez tenga que funcionar una nueva industria de ese tipo.

64. Por lo general, las fábricas de papel de diario son de carácter especializado y representan importantes inversiones de capital y un gran volumen de producción. En consecuencia, es obvia la necesidad de concertar acuerdos interlatinoamericanos con el fin de facilitar la expansión de esta industria básica para América Latina en interés del progreso general de la región.

h) *Financiamiento*

65. La necesidad de aumentar la producción de papel y celulosa en América Latina es real y urgente. Existen en los bosques y campos materias primas en cantidades suficientes para constituir una fuente de abastecimiento permanente si son bien explotadas. Los gobiernos interesados desean estimular dicha expansión. La tecnología se halla bastante avanzada para garantizar buenos resultados. No obstante, existe el importante problema de movilizar los capitales necesarios para financiar este desarrollo.

66. Las inversiones que se requieren anualmente para alcanzar hacia 1965 un nivel razonable en la producción de papel oscilan entre 50 y 90 millones de dólares. Estas cifras no deben considerarse inalcanzables. Las necesidades anuales de divisas ascenderían a la mitad del uno por ciento de los ingresos anuales que en moneda extranjera registra la región. Aún más, la disminución de las necesidades en divisas para la importación de papel excedería en muchos casos, en un par de años, a la cantidad de divisas necesarias para establecer la industria.

67. Sin embargo, sólo se dispondrá de capital —ya sea público o privado, nacional o extranjero— para proyectos que satisfagan normas estrictas.

68. Así pues, dos propuestas recientes —si llegan a realizarse— pueden facilitar a las empresas privadas de zonas menos desarrolladas un acceso más directo a los medios internacionales de crédito. Su realización permitiría hacer frente a la reconocida necesidad de establecer alguna institución que pueda canalizar el crédito internacional hacia las empresas privadas.

69. Si el capital privado extranjero ha de participar en la expansión de la producción de papel y celulosa en América Latina mediante inversiones directas, debe contar con seguridades acerca de la bondad del proyecto como inversión; las condiciones generales en la zona respectiva deben ser tales que permitan a la empresa funcionar con éxito durante un período razonable y garantizar que no habrán de surgir dificultades para repatriar utilidades y, a la larga, el propio capital.

70. La fuente más importante de financiamiento será el capital interno y, aunque las empresas mixtas de fondos nacionales y extranjeros pueden ir adquiriendo importancia

creciente, debe reconocerse que no habrá gran expansión de la industria papellera latinoamericana a menos que el capital interno esté dispuesto a tomar la iniciativa.

71. Es conveniente orientar la atención de los gobiernos latinoamericanos hacia la necesidad de: a) conceder prelación a la industria de papel y celulosa dentro de los planes de desarrollo, y b) movilizar el capital nacional y facilitar el movimiento de capital internacional con objeto de llevar a cabo esa expansión.

1) Asistencia técnica, investigación y capacitación

72. Durante las sesiones de la Junta se reiteró la necesidad de ampliar el campo de la investigación en lo referente a silvicultura, plantaciones y tecnología de los productos forestales. Se subrayó asimismo la necesidad de contar con personal capacitado, especialmente del tipo necesario para facilitar la expansión de la industria de papel y celulosa.

73. Hubo acuerdo acerca de la conveniencia de asegurar la cooperación regional en la programación de actividades educativas y de capacitación. Por razones de economía y de eficiencia se consideró altamente deseable esa coordinación.

74. La Junta opinó que el propuesto Instituto Latinoamericano de Investigación y Capacitación Forestal representaba una solución satisfactoria para este problema. Por consiguiente, instó a los gobiernos latinoamericanos y a las organizaciones internacionales y bilaterales interesadas a dar cumplimiento a la recomendación de la Cuarta Reunión de la Comisión Forestal Latinoamericana (Buenos Aires, 1952) en la forma más completa e inmediata posible.

75. Se estimó que procedía prestar atención pronta y adecuada a la creación de medios centralizados de investigación y capacitación en papel, celulosa, silvicultura y productos forestales. Se recomendó con todo interés que, al desarrollar ese instituto central, se mantenga la cooperación más estrecha posible con las instituciones ya existentes para la enseñanza de la ingeniería y las ciencias aplicadas.

76. Con objeto de coordinar estas proposiciones y de canalizar en forma adecuada la asistencia técnica, la Junta recomendó la constitución de un grupo de expertos que trabaje en breve en América Latina con arreglo al Programa Ampliado de Asistencia Técnica. Este grupo debe comprender uno o más especialistas en problemas industriales o en uno o varios aspectos económicos y técnicos de la industria de papel y celulosa.

3. CONCLUSIONES GENERALES

77. De todo lo anterior se desprenden las conclusiones generales que se enumeran a continuación:

1. América Latina necesita para 1965 entre 1,5 y 2 millones de toneladas de suministros adicionales de celulosa y papel por año.

2. La mayor parte de este aumento —en realidad, casi todo— debe provenir de la nueva producción latinoamericana.

3. Para satisfacer las necesidades, tendrá que lograrse un aumento pronunciado en el ritmo con que se llevan a cabo los nuevos proyectos de producción.

4. Los abastecimientos de materia prima en madera y otras fibras bastan para subvenir a todas las necesidades previsibles.

5. El problema tecnológico puede resolverse satisfactoriamente mediante procedimientos modernos y antiguos aplicados según métodos que —aunque no sean habituales— han sido ya probados.

6. Las fibras no comunes, el bagazo, la paja, pastos, etc., contribuirán de manera importante a asegurar suministros a largo plazo de celulosa y papel.

7. Existen ya excelentes oportunidades para la ampliación de la industria sobre la base de plantaciones, y puede esperarse que esas oportunidades aumenten.

8. La instalación de nuevas empresas productoras en zonas no desarrolladas debe contar con la colaboración gubernamental para cubrir los costos de "colonización".

9. El aumento de la producción del papel de diario a base de materiales latinoamericanos presenta problemas especiales relacionados con las grandes inversiones y la cooperación interlatinoamericana.

10. La tarea técnica de producir papel de diario puede resolverse mediante la combinación de procedimientos y materiales comunes y completamente nuevos o desconocidos.

11. Las inversiones de capital requeridas por el programa en su totalidad no son tan cuantiosas como para resultar prohibitivas. El total es insignificante en comparación con la actual afluencia de capitales hacia América Latina.

12. El gasto requerido en divisas será rápidamente compensado por la reducción de las importaciones.

13. La combinación de capitales extranjeros y nacionales será muy favorable para el desarrollo, pero la iniciativa deberá tomarla el capital nacional.

14. Los proyectos propuestos en solicitud de capitales privados o bancarios, deben estar bien presentados y ofrecer las características de un negocio sólido.

15. En la política gubernamental debe reconocerse la necesidad de dar estímulo y protección a la nueva industria.

16. La política gubernamental debe alentar el comercio interlatinoamericano de celulosa y papel con el fin de asegurar abastecimientos adecuados para todos los países y el aprovechamiento más racional de los recursos de la región.

17. Deben proporcionarse medios mucho más amplios para la investigación en materia de administración de los recursos, su aprovechamiento y la capacitación del personal.

18. La cooperación entre países, con la participación de organismos internacionales, es el medio más económico y satisfactorio para complementar y realizar la acción nacional y la iniciativa privada en este campo.

III. Informes de los comités

I. CONSUMO, PRODUCCIÓN Y COMERCIO DE PAPEL Y CELULOSA EN AMÉRICA LATINA¹

78. América Latina consume actualmente alrededor de

¹ Punto II del temario.

1,5 millones de toneladas de papel y cartón, que comprenden unas 400 mil toneladas de papel de diario.

79. Para valorar las perspectivas de desarrollo de las industrias de papel y celulosa en América Latina es necesario estimar el nivel futuro de la demanda, determinar las posibilidades de obtener abastecimientos de papel y celulosa en

otras regiones, y estimar el grado en que los proyectos actualmente en construcción —o que se espera terminar en un futuro inmediato— podrán satisfacer las necesidades previsibles.

80. Las estimaciones de las necesidades futuras deberán tomar como punto de partida el consumo actual o la demanda efectiva. En muchos países latinoamericanos el consumo es hoy día inferior a la demanda que corresponde a su nivel de ingresos. Los países en que las restricciones cambiarias limitan el consumo naturalmente consumirían más si fuesen eliminadas las restricciones, y es indudable que la supresión de ciertas deficiencias en el abastecimiento interno —por ejemplo, de la pasta mecánica o del papel de diario— contribuiría a aumentar el consumo en los países afectados. Así pues, cualquiera estimación del consumo futuro, basada en la demanda efectiva actual, podría resultar demasiado baja si la producción interna se ampliase en forma suficiente o si la libre importación llegase a ser más general.

81. Los cálculos de consumo futuro consignados en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.2.0, de la Secretaría, se obtuvieron haciendo uso de la alta correlación existente entre el ingreso y el consumo de papel por habitante. Se estudiaron por separado tres categorías de papel: papel de diario, otros papeles de imprenta y de escribir, y todas las demás clases de papel y cartón. En cada caso se comprobó que la elasticidad-ingreso era mayor donde el nivel de ingreso era más bajo; en otras palabras, mientras un aumento dado en el ingreso por habitante iba acompañado por un aumento más que proporcional en el consumo de papel, en los países que presentan un bajo nivel de ingreso ese incremento era mayor que en los de alto nivel. Las elasticidades-ingreso se aplicaron a las tendencias demográficas estimadas, y se formularon dos series de hipótesis respecto al aumento anual del ingreso por habitante que es posible esperar en América Latina durante los próximos años. La primera se basó en la probabilidad de que sólo podría obtenerse una tasa mínima de desarrollo económico; la segunda correspondió a una tasa más favorable de crecimiento económico (aun cuando no a la máxima tasa posible).

82. Como el punto de partida fué la demanda efectiva media en los años 1948-52, las estimaciones resultantes no representan pronósticos del consumo futuro ni estimaciones sobre la demanda potencial total que podría alcanzarse; sencillamente representan los niveles del consumo que se alcanzarían si ese consumo aumentara de acuerdo con las elasticidades-ingreso que determinan los datos actuales.

83. La Junta aprobó el procedimiento seguido para determinar los cálculos acerca de la demanda futura, y algunos expertos de Brasil, Chile, Colombia, Cuba, México, Perú y Venezuela confirmaron que las cifras contenidas en el documento de la Secretaría correspondían bastante bien a los resultados de estudios particulares llevados a cabo en sus países respectivos. El representante de la UNESCO declaró que se confirmaban las estimaciones globales en el estudio independiente que su organización encargara a la Intelligence Unit de *The Economist* de Londres.

84. Se señaló el contraste existente entre el consumo de papel en las zonas urbanas y rurales, así como el aumento de consumo que habrá de acompañar al rápido incremento de urbanización que se registra actualmente en muchos países latinoamericanos. Se sugirió que en cada país se iniciaran estudios acerca del porcentaje de ingreso dedicado al consumo de papel en los diversos niveles de ingresos; y se expresó la opinión que esos estudios servirían para confirmar los datos proporcionados por la Secretaría.

85. Dado un desarrollo económico mínimo únicamente, la Secretaría calculó que el consumo latinoamericano aumentaría hacia 1965 a 2,7 millones de toneladas, que incluyen cerca de 800 mil de papel de diario; con un desarrollo económico favorable, el consumo aumentaría a 3,5 millones de toneladas, con inclusión de poco menos de un millón de papel de diario.

86. Además de aprobar los órdenes de magnitud que indicaban estas cifras globales, varios expertos comentaron en detalle algunas de las cifras correspondientes a determinados países y recomendaron que sus observaciones se incluyeran en la versión impresa del documento de la Secretaría.

87. Se estimó que dada la tendencia de la demanda en Europa, era improbable que hubiera un aumento importante de disponibilidades exportables en esa región. Los niveles de producción y consumo son tan altos en América del Norte que, a causa del desarrollo desigual en la producción o de variaciones en el consumo, podrían quedar de cuando en cuando importantes cantidades disponibles para la exportación.

88. Diversos factores —inclusive el problema de divisas— han limitado en el pasado la capacidad para importar de América Latina. Aunque en opinión de algunos expertos, la situación ha cambiado y mejorará posiblemente aún más en el futuro, la mayoría juzgó que esos factores continuarían limitando las importaciones.

89. El documento de la Secretaría contiene detalles sobre los planes existentes para ampliar la capacidad de producción de papel y celulosa en América Latina durante la década próxima. Aunque todos ellos se llevasen a cabo, es evidente que no bastarán para asegurar la satisfacción de las necesidades futuras latinoamericanas. Sin embargo, se indicó que las fábricas que actualmente se construyen en Chile contribuirán a ampliar la capacidad más allá de las necesidades del mercado interno; por lo tanto, puede llegar a obtenerse un pequeño excedente exportable y si cristalizan otros planes que están previstos, crecerá dicho excedente. Ello ayudaría a contrarrestar el déficit creciente en otros sectores de América Latina.

90. La Junta se mostró de acuerdo sobre las siguientes conclusiones:

1. *Hacia 1965 las necesidades de papel en la región prácticamente se duplicarán en comparación con las de 1948-52. Con un desarrollo económico favorable, las necesidades de papel de la región serían considerablemente mayores.*

2. *Muchos proyectos para la expansión de la capacidad de la región se encuentran en construcción, en la etapa de planificación o están siendo estudiados. Aun cuando todos ellos se llevaran a cabo, no alcanzarían a satisfacer el aumento previsto en la demanda.*

3. *A menos que la capacidad aumente a un ritmo mucho más rápido que el presente, sólo un pronunciado aumento de las importaciones de papel y celulosa permitirá satisfacer por completo las necesidades de papel de América Latina.*

4. *Hay pocas probabilidades de que la región pueda importar en la proporción requerida, o de que sea posible obtener cantidades de esa magnitud en los centros productores tradicionales para exportarlas a América Latina, en especial porque las necesidades están aumentando con mayor rapidez que la capacidad en otras regiones del mundo que hoy recurren a Europa y América del Norte para abastecerse.*

5. *Por lo tanto, debe tratarse por todos los medios posibles de aumentar el ritmo a que se está desarrollando la nueva capacidad, tanto mediante la aceleración de los pro-*

yectos actualmente en estudio que resulten realizables, como examinando otras posibilidades.

6. Dos problemas exigen especialmente una urgente solución: primero, el desarrollo de fuentes de abastecimiento de pasta mecánica barata, o de pastas adecuadas para sustituir la pasta mecánica en la fabricación de papel de diario; segundo, el desarrollo de la producción de pasta kraft, sobre todo para papeles de envoltura de gran resistencia.

91. La Junta opinó que una estimación prudente de las necesidades futuras de la región incluso revelaba la necesidad de considerar en detalle las medidas que podrían tomarse para acelerar la expansión de la capacidad de producción de papel y celulosa en América Latina. Se señaló en especial que esta estimación no representa en modo alguno los niveles máximos de consumo a que se podría llegar. Los datos históricos muestran con claridad que los niveles de consumo están determinados en gran parte por el grado en que se disponga, a un costo razonable, de abastecimientos adecuados de celulosa, ya provenga de fuentes internas o de fuentes extranjeras. Se podrían alcanzar niveles de consumo todavía más altos que los previstos actualmente si se lograra obtener en la región suministros suficientes.

92. Por otra parte, si no se logra una expansión adecuada de la capacidad productora de papel y celulosa, eso significaría sin lugar a dudas que los bajos niveles de consumo de papel constituirían una rémora para el progreso educativo, cultural y económico de América Latina.

2. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE MADERAS TROPICALES Y SUBTROPICALES¹

a) Aspectos forestales

93. Al considerar el bosque tropical como fuente de materia prima para la industria de papel y celulosa, el técnico forestal se encuentra ante dos problemas de distinto tipo, según se prevea un abastecimiento a corto plazo, sobre la base del estado actual de las poblaciones forestales, o un abastecimiento a largo plazo, teniendo en cuenta la evolución de esas poblaciones después de cortes repetidos y diversos tratamientos silvícolas.

94. Para poder informar a la industria sobre cada uno de esos aspectos del problema, el técnico forestal debe realizar una serie de estudios. Primero, los que podrían llamarse estudios estáticos, que dan una idea clara de la situación actual de la zona forestal; esos datos los proporcionan las diferentes clases de inventarios. Después deben emprenderse estudios dinámicos de las poblaciones forestales; esos estudios se llevarán a cabo sobre la base de pruebas y experimentos cuyo objetivo es dar a conocer, lo más rápidamente posible, la evolución de las poblaciones forestales bajo diferentes tipos de tratamiento. De los resultados de esos estudios y pruebas será posible obtener conclusiones que harán factible la definición de los métodos silvícolas que deben aplicarse en cada caso y establecer un plan de ordenación (y explotación) forestal. Este plan ha de basarse en las prácticas forestales más adecuadas, definiendo aquellas operaciones que sean necesarias para asegurar un abastecimiento permanente de materia prima y teniendo en cuenta la conservación y el mejoramiento del capital forestal.

95. El inventario continuo proporcionará datos cada vez más precisos sobre las superficies forestales disponibles, el volumen de la madera en pie por hectárea y por especie, y

la composición de ese volumen por categorías de diámetro. Esta información será valiosa tanto para seleccionar un lugar de emplazamiento satisfactorio como para definir en detalle el plan de ordenación para un período de trabajo de corta duración.

96. En las regiones tropicales y en las zonas templadas, la fotografía aérea puede proporcionar en forma rápida y económica informaciones indispensables sobre la topografía, la extensión de los bosques y la distribución de los diversos tipos de formaciones forestales; su eficacia en las zonas tropicales y subtropicales está limitada por la gran densidad de la copa de los árboles naturalmente entremezcladas. En la mayoría de los casos los datos esenciales sobre volumen, especies y distribución de cada una no pueden determinarse directamente a base de fotografías.

97. La fotografía aérea debe ser seguida y completada por dos clases de estudios del terreno: exámenes rápidos para interpretar las fotografías aéreas, y estudios precisos del mazo forestal basados en muestras cuidadosamente elegidas.

98. Se ha establecido en general que los inventarios son más precisos cuanto mayor sea la cantidad de parcelas de muestra estudiadas dentro del bosque, pero como el costo de esas operaciones es proporcional a la intensidad del muestreo, el técnico forestal deberá fijar un límite económico a esos estudios de acuerdo con la industria de que se trate. El límite fijado tendrá que tener en cuenta la tolerancia del procedimiento de fabricación de pasta previsto a las variaciones de las mezclas de madera. Si hay grandes diferencias dentro de la población forestal, puede ser necesario modificar el procedimiento de fabricación. Por lo tanto, deben conocerse previamente esas variaciones.

99. Existen en la actualidad muy escasos datos acerca de la evolución a largo plazo de las poblaciones forestales tropicales sometidas a cortas intensas y repetidas, como las que deben preverse para el abastecimiento de una fábrica de celulosa.

100. El estudio de las consecuencias de la práctica tradicional de la agricultura nómada puede proporcionar sin duda ciertas orientaciones, ya que esta práctica ha ocasionado cambios en el estado y composición del bosque, similares a aquéllos que seguirían a talas repetidas en ciclos cortos para suministrar material celulósico.

101. La agricultura y la ganadería nómadas, que suelen basarse en la destrucción del bosque por el fuego, despojan y agotan el suelo con más intensidad que la simple repetición de la tala. Sin embargo, se ha probado que esta forma de agricultura y ganadería no presenta verdaderos peligros si se practica en condiciones adecuadas y tomando ciertas precauciones bien conocidas.

102. Así pues, la explotación a largo plazo para el abastecimiento de la industria de papel y celulosa puede considerarse con cierto optimismo, si se toman las medidas necesarias para evitar la degradación del suelo, que es de temer sobre todo en la región tropical.

103. En lo que se refiere a las técnicas silvícolas para conservar o mejorar la forma y el valor del bosque, es imposible fijar regla general alguna, pues las condiciones naturales, económicas y sociales varían mucho de un lugar a otro. En cada caso los métodos adecuados sólo pueden ser determinados mediante estudios especiales de las condiciones locales y a través de la experiencia obtenida sobre el terreno. Sin embargo, esos estudios e investigaciones deben basarse en ciertos principios capitales, a saber:

1. Es necesario asegurarse de que la fuente de abasteci-

¹ Punto III del Temario.

miento sea *perenne*; en el caso de las zonas tropicales esto supone la ordenación de las masas y la conservación de los suelos.

2. Se debe tratar de obtener la transformación de los bosques heterogéneos a fin de darles una composición de mayor valor económico, desde el punto de vista de las necesidades de la industria de papel y celulosa, por ejemplo, en lo que toca a dimensiones de la madera, calidad y homogeneidad.

3. Como es importante obtener la materia prima al costo más bajo posible, será necesario tratar de obtener el máximo rendimiento de producto de calidad óptima y fácilmente aprovechable. Al mismo tiempo las prácticas silvícolas adoptadas para lograr este propósito deben llevarse a cabo en la forma más económica posible. Es evidente que en la mayoría de los casos las propias operaciones de explotación constituirán la forma de intervención más económica.

104. Se concedió importancia a los estudios realizados en la región amazónica del Perú sobre los bosques naturales de cético (*Cecropia* spp.) y su posible aprovechamiento por la industria papelera.

105. Las excelentes propiedades técnicas de la madera de cético, que puede tratarse mecánica o químicamente para obtener pastas adecuadas a diversos usos, y el hecho de que esta especie se dé en grupos homogéneos después de la tala en las zonas tropicales, son indicio de buenas posibilidades para la industria de papel y celulosa. Sin embargo, a la luz de los conocimientos actuales acerca de su regeneración y propagación, es difícil llegar a una conclusión concreta en lo que se refiere a las regiones tropicales en general. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo estudios silvícolas sobre la materia.

106. En vista de sus condiciones naturales especiales, la región amazónica del Perú representa un caso excepcional, pues, de acuerdo con la información proporcionada durante esta Junta, permite el abastecimiento regular de madera de cético para la unidad industrial que se proyecta instalar. En consecuencia, la Junta observa con gran interés el proyecto previsto en esa zona, y opina que ese proyecto proporcionará valiosa información que contribuirá al estudio del problema de utilizar la *cecropia* en otras partes de América Latina.

107. Existe gran necesidad de realizar investigaciones continuas y sistemáticas en todos los aspectos del aprovechamiento de bosques y de la silvicultura tropical y subtropical, así como de que los resultados obtenidos en diversas partes del mundo sean dados a conocer por las organizaciones internacionales interesadas en la silvicultura y a través de arreglos bilaterales.

108. En consecuencia, los profesionales forestales aguardan con interés los resultados del Cuarto Congreso Mundial de Silvicultura, que se reunirá próximamente en Dehra Dun (India) y que ha de prestar especial atención al problema de los bosques tropicales. Se espera que la participación activa en ese Congreso o las recomendaciones que formule ayuden a los técnicos forestales de América Latina.

b) Extracción de madera

109. Se cree que las fábricas de celulosa deben controlar en general una superficie forestal suficiente que garantice sus propios abastecimientos, aun en aquellas regiones en que es posible adquirir localmente la materia prima que necesita la fábrica. En tal caso la industria de papel no necesitaría ineludiblemente producir el total de su abastecimiento, sino que estaría en condiciones de impedir una

posible interrupción de sus operaciones por carencia de madera o por los precios excesivos de esa materia prima.

110. La extracción de materias primas en grandes toneladas en zonas concentradas depende principalmente de la planeación y establecimiento de medios de transporte adecuados. Aunque las vías fluviales siguen siendo el medio más económico de transporte, las carreteras serán de mayor importancia en el bosque tropical porque muchas de las especies de esas zonas no flotan. Sin embargo, el transporte en lanchones puede resultar económico en algunos casos.

111. Habida cuenta de la gran precipitación pluvial del trópico, será necesario prestar atención a la construcción de carreteras primarias, es decir, de carreteras permanentes que soporten la totalidad o la mayor parte del tránsito.

112. Las condiciones climáticas que complican los transportes por carretera, al menos durante una parte del año, hacen también más difíciles la extracción y almacenamiento de la madera para pasta. Se puede dar solución al problema del abastecimiento ininterrumpido de madera si se escoge, dentro del plan de ordenación, una zona lo más cercana posible a la fábrica y en terreno de fácil acceso, que se reservaría para la extracción durante la estación menos favorable. Cuando las condiciones son especialmente difíciles, se ha señalado el empleo de insecticidas y fungicidas como solución de los problemas de almacenamiento.

113. Como, en general, no toda la madera extraída del bosque se destinará a la fabricación de papel y celulosa, la primera selección puede hacerse marcando las especies de valor comercial antes de la corta, en particular la madera de aserrar y la madera para chapas. Después de la corta sería posible clasificar la madera destinada a la fábrica de celulosa en un número limitado de categorías, según sus características de dureza y color, y sobre todo separar las que son inadecuadas para la elaboración de pasta. Como es natural, las categorías segregadas variarán de acuerdo con el procedimiento de fabricación previsto. Se estima que esta sencilla segregación después de la corta no presentará graves dificultades.

114. En el caso de las fábricas de celulosa situadas lejos de los centros industrialmente desarrollados, debe prestarse especial atención a la clase y cantidad de equipo básico, a los talleres de mantenimiento y a las existencias de repuestos.

115. Finalmente, por lo que se refiere a las cuestiones de silvicultura o a problemas de provechamiento, se espera que la FAO pueda compilar y publicar la información pertinente que pueda obtenerse de fuentes autorizadas. El establecimiento de un Centro Latinoamericano de Investigaciones podría representar una valiosa aportación al desarrollo de la industria de papel y celulosa en este continente. Cualquier esfuerzo que se haga en este sentido sería muy ventajoso tanto para los gobiernos interesados como para la industria.

c) Procedimientos de fabricación y calidades de papel

116. Se ha probado que, gracias a su gran tolerancia a la corteza y a los extractivos, así como a las grandes variaciones de las propiedades de las maderas, el método normal más adecuado para producir pasta química de especies mezcladas es el procedimiento al sulfato o el de azufre-soda. Estos procedimientos tienen la ventaja adicional de producir pastas más resistentes y variadas que otros métodos comerciales conocidos en la actualidad.

117. Las condiciones para la elaboración de pasta de especies tropicales mezcladas no difieren esencialmente de las

condiciones normales empleadas para la elaboración de pasta química proveniente de especies latifoliadas de climas templados, excepto el posible reajuste de detalles por lo que toca a determinadas especies o grupos de especies de muy alta o muy baja densidad. La elaboración en dos etapas o por medio del procedimiento alcalino de contracorriente, de pasta fabricada con determinadas materias primas, tales como el bambú y el eucalipto, ha demostrado que pueden obtenerse mejoras técnicas en la calidad de la pasta, y este método merece considerarse también para las especies tropicales mezcladas.

118. Las investigaciones de laboratorio, y en instalaciones piloto realizadas en Francia, los Estados Unidos, el Brasil y México, han puesto claramente de manifiesto que es posible tratar con éxito mezclas heterogéneas de maderas tropicales por medio del procedimiento al sulfato. Esos resultados han sido confirmados por los ensayos llevados a cabo con maderas mezcladas de Amapá y Yucatán, lugares de ubicación de las fábricas hipotéticas estudiadas en los documentos de la Secretaría. La experiencia industrial en la fábrica de Abidjan (África Occidental Francesa), que trabaja con maderas tropicales mezcladas, confirma ampliamente los ensayos de laboratorio.

119. Aun cuando las pastas obtenidas de mezclas de maderas tropicales poseen características convenientes para la fabricación de papel, quizá pueda obtenerse mejor calidad separando las maderas por grupos o eliminando ciertas especies antes de la cocción y mezclando subsiguientemente las pastas obtenidas. La decisión de separar o no las maderas dependerá en cualquier caso particular de una serie de factores técnicos y económicos.

120. Entre las especies tropicales, hay maderas con un alto contenido de sílice —u otras peculiaridades en su composición química— susceptibles de originar dificultades en la fabricación. Estas dificultades pueden aparecer en la recuperación de los álcalis de la lejía negra, en el blanqueo o en otras fases del procedimiento. Sin embargo, la experiencia en la elaboración de pastas a base de numerosas especies latifoliadas indica que esas dificultades pueden salvarse utilizando técnicas bien conocidas.

121. En la mayor parte de los casos, el descortezamiento de maderas tropicales se realizará probablemente a mano, sobre todo porque este método resulta barato cuando el costo de la mano de obra es bajo, y hace innecesario el empleo de un equipo complicado. Conviene estudiar el descortezamiento mecánico, que puede presentar dificultades con ciertos grupos de especies. El descortezamiento de árboles en pie mediante procedimientos químicos constituye una novedad prometedora en el caso de las especies de zona templada, y puede resultar adecuado en las zonas tropicales accesibles.

122. La experiencia de América del Norte indica que las especies latifoliadas de climas templados pueden tratarse con éxito sin descortezarlas, utilizando equipos modernos de depuración y lavadoras centrífugas de pasta. Existen razones para creer que este método daría resultados satisfactorios con algunas mezclas de maderas tropicales. La obtención de pasta a base de madera no descortezada puede necesitar un mayor consumo de reactivos en el proceso de lejía.

123. Con la posible excepción de algunas especies de propiedades poco frecuentes, se ha comprobado que el blanqueo de pastas de maderas tropicales mezcladas no plantea problemas especiales. El procedimiento común en varias etapas, que se usa actualmente para pastas al sulfato, da resultados satisfactorios, aun cuando la estabilidad de la blancura puede requerir especial atención.

124. Se tiene suficiente experiencia práctica para demostrar que las pastas blanqueadas obtenidas de muchas mezclas de maderas tropicales pueden usarse sin mezcla adicional de pastas de fibra larga en la elaboración de papeles para imprenta, para escribir y en una variedad de papeles finos de uso comercial. Según experimentos de laboratorio y una limitada experiencia industrial, se puede obtener de estas pastas, incluso sin agregar otras de fibra larga, una variedad todavía mayor de papeles y aun de aquéllos de envolver en que no se considera esencial una gran resistencia. Como se ha comprobado que las propiedades de las fibras de las maderas tropicales mezcladas son equivalentes —y en el caso de algunos grupos de especies son superiores— a las de especies latifoliadas de clima templado y de eucalipto de uso común, parece evidente que las pastas a base de maderas tropicales mezcladas también pueden utilizarse aun para la fabricación de papel del tipo más resistente (por ejemplo, papeles para sacos y de envolver y papeles kraft de revestimiento), siempre que se encuentren mezcladas con cierta cantidad de pastas de fibra larga (coníferas); en algunos casos estas cantidades pueden ser relativamente pequeñas.

125. Al considerar la instalación de una fábrica en una región tropical, el proyecto se enfocará normalmente como si fuera parcial o totalmente integrado. La pasta de maderas tropicales no tendrá posiblemente gran importancia en el mercado mundial, pero puede tenerla en el desarrollo de "la integración regional" de la fabricación de papel y celulosa. En realidad, es poco probable que las pastas no blanqueadas provenientes de maderas tropicales puedan competir con éxito en el mercado mundial con pastas no blanqueadas de fibra larga, aun cuando es muy posible que ciertas clases especiales de pastas purificadas o blanqueadas puedan encontrar su lugar en el mercado internacional. Sin embargo, en el mercado regional las perspectivas son mejores tanto para las pastas blanqueadas como para las sin blanquear, y muy especialmente para los papeles hechos a base de ellas.

126. En tanto que la pasta química puede considerarse demasiado cara para obtener algunas variedades de papel, algunos procedimientos de limitada aplicación con respecto a la materia prima o a las propiedades del producto pueden hacer factible la producción de pastas más baratas para fines especiales. Según investigaciones preliminares por lo menos en algunas especies y grupos de especies esos procedimientos son suficientemente prometedores para justificar la realización de nuevos estudios.

127. La mayor parte de las especies tropicales tratadas según los procedimientos antes descritos rinden una pasta de color oscuro que puede requerir un blanqueo parcial antes de utilizarse para papel de imprenta, aun de la más baja calidad.

128. La pasta mecánica tiene gran importancia para la fabricación de papel de diario e importancia algo menor para la de muchos otros productos de papel. El procedimiento mecánico corriente puede aplicarse a algunas especies tropicales y subtropicales, sobre todo a la cecropia y a otras especies de baja densidad que aparecen con frecuencia en bosques de retumba o crecimiento secundario. Sin embargo, la producción de pasta mecánica a base de especies tropicales mezcladas por medio del procedimiento mecánico corriente, no parece factible por el momento. No se ha probado la aplicabilidad del procedimiento "chemigroundwood" a mezclas de maderas tropicales, aunque es muy posible que se pueda usar con determinadas especies o para ciertos fines.

129. Con algunos procedimientos es posible producir pastas de tipo mecánico a base de especies mezcladas, así como

de especies individuales. Entre ellos cabe mencionar los que emplean el refinador de disco y un tratamiento previo de la madera con vapor o reactivos. Por ejemplo, el método a la soda cáustica fría, seguido de un tratamiento con refinador de disco, ha producido resultados prometedores para la elaboración de pasta del tipo mecánico, adecuada para papel de diario. Como el papel de diario constituye una de las necesidades principales de América Latina, sería conveniente realizar una investigación más a fondo acerca de este procedimiento u otros que produzcan pastas del tipo mecánico para fabricar papel de esa clase a base de especies tropicales mezcladas.

130. Los procedimientos semiquímicos al sulfito neutro han demostrado ser de particular interés para tratar las especies latifoliadas de zona templada. Estos procedimientos se adaptan a la mayor parte de las especies latifoliadas de climas templados y a algunas especies tropicales. Los costos de construcción de la fábrica son algo menores que los de las fábricas de pasta química, y unidades relativamente pequeñas operan ya en forma económica en países desarrollados. Aun cuando la rápida expansión de los diversos procedimientos semiquímicos se basa en gran parte en la utilización de pasta para alma de cartón corrugado, la pasta semiquímica al sulfito neutro sin blanquear se está usando para papel de diarios. La pasta blanqueada del mismo tipo se usa para papel cristal y, mezclada con otras pastas, también para papel de escribir y de imprenta.

131. El campo de posible aplicación de mezclas apropiadas de pastas semiquímicas tropicales puede ampliarse considerablemente. Convendría proyectar nuevas investigaciones sobre las posibilidades económicas de adaptación de los procedimientos semiquímicos a las especies tropicales con el fin de obtener determinados productos como cartón corrugado. Una instalación de ese tipo funciona ya satisfactoriamente en América Latina. Sin embargo, las instalaciones de este género estarían limitadas a unidades productoras integradas.

d) *Factores determinantes de la ubicación y selección del lugar*

132. Los principios generales de ubicación para la industria de papel y celulosa no difieren de los de la industria en general. Desde el punto de vista de los factores de ubicación que deben tenerse en cuenta —materia prima, energía eléctrica, combustible, productos químicos, mano de obra, transporte, mercados, etc.— ningún lugar reunirá todas las condiciones ideales. El empresario tratará de conciliar las ventajas e inconvenientes que ofrecen los diversos lugares en cada uno de estos aspectos, y concentrará su atención en el que reúna la combinación óptima de los factores necesarios de ubicación.

133. Un nuevo proyecto de papel y celulosa en una zona no desarrollada no requerirá necesariamente —por lo que se refiere a la fábrica propiamente tal— una inversión mayor que la correspondiente a un proyecto similar en una zona industrializada; incluso puede requerir menos. Los mayores costos del transporte de maquinaria y los de edificación en lugares tropicales pueden compensarse con el hecho de que ciertos edificios deban ser menos sólidos o de que pueda prescindirse de ellos en absoluto. Asimismo, la cuidadosa selección en la compra internacional de maquinaria puede dejar economías.

134. Sin embargo, las necesidades de capital para otros elementos del proyecto —excluida la inversión en la fábrica propiamente tal— pueden ser muy elevadas en las regio-

nes poco desarrolladas, por dos razones principales. En primer lugar, una fábrica en una zona remota deberá responder a un plan de autoabastecimiento en muchas de sus fases; deberá probablemente satisfacer sus propias necesidades de energía y tendrá que desarrollar sus propias fuentes de reactivos químicos (por ejemplo, instalar una planta electrónica para fabricar cloro y soda cáustica a base de sal); incluso tendrá que explotar sus propias minas para abastecerse de combustible. En segundo lugar, además de asegurarse los elementos esenciales del procedimiento de producción, deberá ofrecer algunos servicios sociales a la comunidad (transporte, energía no industrial, comunicaciones, educación, sanidad, etc.), servicios que en general existen en una zona industrializada. Estas necesidades dan origen a lo que podría llamarse gastos de "colonización."

135. Sería un error pensar que todos los bosques tropicales plantean los mismos problemas. El establecimiento de una fábrica en el corazón de la selva reclama una inversión total mucho mayor que la requerida por su instalación en una zona donde existen ya algunos servicios (especialmente de transporte). Pero hay zonas de bosques tropicales que han sido parcialmente desarrolladas en tal sentido. Es inevitable incurrir en algunos gastos de "colonización" en cualquier proyecto de fábrica tropical; pero en lugares remotos esos gastos pueden ser tan elevados que todo proyecto resulte prohibitivo.

136. Estas consideraciones subrayan la capital importancia de poner el máximo cuidado en la selección del lugar de emplazamiento para un nuevo proyecto de papel y celulosa. La selección del sitio es importante en cualquier país y para cualquiera industria; lo es también en América Latina para los proyectos celulósicos basados en cualquiera de las muchas fuentes con que cuenta la región. La repercusión de los costos de "colonización" en la mayoría de los bosques tropicales latinoamericanos hace imperativa una investigación especialmente intensa de los factores de ubicación que supone el establecimiento de una fábrica de papel y celulosa a base de maderas tropicales.

137. Si los proyectos han de llevarse a cabo en zonas que carecen por completo de servicios para la comunidad y a pesar de ello se considera que ese desarrollo industrial debe realizarse por razones económicas y sociales, es conveniente encontrar alguna manera de financiar tales servicios para que no graviten como costos de inversión sobre la producción de papel. De otro modo, es difícil que el capital privado quiera correr con los riesgos consiguientes. La práctica adoptada por algunos países en que las autoridades públicas han tomado las medidas necesarias para facilitar la "colonización" cuando han juzgado que era de interés nacional el desarrollo de una empresa industrial, constituye una solución al problema.

138. La influencia relativa de los diversos factores de ubicación cambiará con el transcurso del tiempo y es necesario hacer una distinción entre los proyectos a corto y a largo plazo. Si un nuevo proyecto en una región no desarrollada tiene que soportar todo el peso de los gastos de "colonización", el capital privado se inclinará a favor de los proyectos situados cerca de los centros urbanos de consumo.

139. En América Latina se han dado casos de fábricas ubicadas en zonas urbanas que se han visto obligadas a cerrar por agotamiento de la materia prima. Al mismo tiempo, fábricas de papel que se instalaron en un principio cerca de mercados para utilizar celulosa importada se ven constantemente forzadas a concentrarse en la producción especializada o en la de productos de baja calidad a base de des-

perdicios de papel, como resultado de la tendencia a la producción en gran escala de papeles corrientes.

140. Un proyecto a largo plazo deberá tomar en consideración el hecho de que en una zona poco desarrollada, el costo por concepto de la inversión en "colonización" declina después de un período inicial, en tanto que tenderán a disminuir las diferencias en los costos determinadas por las condiciones ambientales.

141. La industria de papel y celulosa en América Latina tiene hoy la ventaja de hallarse en su etapa preliminar; por lo tanto, no debe escatimarse esfuerzo alguno para asegurar que cualquier unidad que se establezca esté convenientemente situada y tenga el tamaño económico necesario.

142. En particular, es de suma importancia mantener el principio del abastecimiento permanente de materia prima. En algunas zonas de los bosques tropicales se encontrarán sólo especies que se prestan mejor y más económicamente para la fabricación de papel y celulosa, pero lo normal en esas zonas es que las especies forestales reúnan características tales que se valoricen mejor cuando se aprovechen en la obtención de madera para aserrar o para chapas. En estas circunstancias la explotación del bosque debe orientarse desde un principio hacia el rendimiento de máximo valor, pero en todo caso el objetivo final deberá ser la integración regional de todas las industrias de productos forestales para obtener un rendimiento de máximo valor económico y una adecuada diversificación de la producción.

e) Costos y tamaño económico

143. En general, las inversiones en fábricas situadas en regiones no desarrolladas tenderán a ser más cuantiosas que las de fábricas del mismo tamaño en regiones industrializadas, como lo serán los costos de los reactivos químicos empleados en la mayoría de los casos; por otra parte, los costos de la madera para pasta, los salarios y a veces también los costos de combustible tenderán a ser más bajos. El saldo variará según la ubicación elegida.

144. El problema del tamaño mínimo y económico de una fábrica ubicada en una zona no desarrollada dista mucho de ser sencillo. Si el producto está destinado al mercado nacional, gozará de ciertas ventajas económicas y comerciales derivadas de su proximidad a ese mercado. Estos factores compensatorios podrán contrarrestar en todo o en parte la incidencia relativamente alta de los costos de inversión que tienden a disminuir en forma más pronunciada en las regiones no desarrolladas a medida que crece el tamaño de las fábricas. Sin embargo el peligro de establecer fábricas demasiado pequeñas con relación al tamaño económico adecuado, es real y debe evitarse.

145. Existe una diferencia considerable entre los costos de conversión de la pasta en papel en una fábrica papelera no integrada y en otra integrada, especialmente cuando se trata de unidades pequeñas. Por lo tanto, de ser posible, una nueva fábrica de celulosa en una región no desarrollada debe integrarse con una sección papelera que pueda convertir por lo menos parte de su producción.

146. Los estudios realizados por la Secretaría acerca de las fábricas hipotéticas de Amapá y Yucatán, para dilucidar el problema de la instalación de fábricas en las regiones tropicales y en particular para estudiar el efecto de la ubicación sobre las inversiones y los costos, facilitaron las conclusiones a que llegaron los expertos después de un intercambio de experiencias. La Junta consideró que los docu-

mentos preparados por la Secretaría representaban una valiosa contribución al estudio del problema de establecer fábricas de papel en los trópicos, y elogió el uso de cálculos comparativos ya preparados en las reuniones de este tipo. Asimismo consideró válido, con fines expositivos, el procedimiento adoptado para calcular las cifras de producción y costos de inversión. Luego de discutir este punto, los expertos llegaron a la conclusión de que en definitiva las estimaciones pecaban de prudentes (por ejemplo, en la baja proporción supuesta, dentro del bosque, para las especies celulósicas, y en el bajo rendimiento forestal) y por lo tanto tendían a subestimar las probables ganancias.

147. Por lo que toca particularmente a las dos ubicaciones estudiadas, los documentos presentados por la Secretaría contenían cifras preliminares que indicaban que el proyecto de Yucatán ofrecía prometedoras perspectivas, sobre todo en vista de que al parecer existen lugares más favorables en esa región. El proyecto de Amapá no parecía tan atractivo, pero, según la información que se adelantó durante la discusión de los documentos de la Secretaría, una nueva investigación podría arrojar cifras de costos de producción menores que las consignadas en ellos.

148. Aun cuando los expertos no dispusieron de tiempo e información suficientes para formular conclusiones concretas sobre los dos ejemplos estudiados por la Secretaría, estuvieron de acuerdo en que la información por ella proporcionada demostraba que, si se elige correctamente la ubicación, existe la posibilidad de convertir las maderas tropicales en papel aceptable a precios de competencia en los mercados nacionales o regionales.

149. Aunque siempre sería necesario realizar estudios similares a los presentados sobre Amapá y Yucatán para formarse un juicio preliminar en la consideración de nuevos proyectos, tales estudios nunca podrían eliminar la necesidad de realizar investigaciones más amplias y detalladas. Además, se señaló que es muy posible que existan otros lugares en América Latina, no necesariamente situados en las regiones estudiadas, que podrían resultar más favorables.

150. Cualquier proyecto para el establecimiento de una fábrica en una zona no desarrollada, sobre todo si se basa en una materia prima no tradicional, requiere no sólo un minucioso análisis de todos los factores relativos al costo, sino también investigaciones técnicas que suponen considerables gastos. Esta inversión de capital es imperativa, especialmente en el caso de nuevos procedimientos o técnicas de elaboración. La asistencia técnica obtenida mediante organismos internacionales podría ofrecer alguna ayuda en relación con las investigaciones preliminares esenciales.

151. El asesoramiento objetivo y bien informado en las etapas preliminares del planeamiento puede ser decisivo para asegurar la viabilidad del proyecto final; puede asimismo determinar la eliminación, en las primeras etapas, de planes que ofrecen escasas perspectivas. En lo que concierne a aquellos proyectos que eventualmente se llevan a la práctica, puede indicar la combinación más económica de maquinaria que ha de emplearse, y reducir, por consiguiente, la inversión inicial y el costo correspondiente.

152. La Junta subrayó la nota de prudencia expresamente formulada en los estudios de la Secretaría.

153. Como una fábrica de papel en gran escala requiere una inversión muy importante, es necesario protegerla contra posibles fracasos y por lo tanto abordar con suma cautela y en forma extremadamente conservadora los proyectos que hayan de realizarse en zonas no desarrolladas.

3. ASPECTOS DE LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE OTROS RECURSOS FORESTALES EN AMÉRICA LATINA¹

154. Aparte de sus grandes bosques tropicales y subtropicales, América Latina cuenta también con importantes posibilidades de materia prima en sus bosques de coníferas y especies latifoliadas de las regiones templadas y frías.

155. Cuenta asimismo con recursos tan importantes como los que representan las vastas plantaciones forestales de especies autóctonas y exóticas, coníferas y latifoliadas, que se han efectuado en muchos países.

156. El éxito de estas plantaciones en determinadas regiones y con algunas de estas especies, permite afirmar que América Latina representa un enorme potencial de producción de materia prima para la industria de papel y celulosa.

157. La Junta dedicó especial atención a dos aspectos de este problema: primero, las cuestiones técnicas (administración de bosques naturales, técnicas de plantación, procedimientos de transformación) y, segundo, el lugar que cada uno de estos recursos debe ocupar en el cuadro de la política forestal y en el de la política general de desarrollo de la producción de celulosa y papel en la región.

a) Plantaciones

158. Es innegable que, en la mayoría de los casos, la materia prima proveniente de plantaciones representa para el industrial ventajas sobre la que se extrae de los bosques naturales. Las facilidades técnicas de administración y explotación de estas plantaciones, la uniformidad del abastecimiento y de la producción de la fábrica y la alta calidad general de esta producción abogan en favor de los métodos artificiales. Sin embargo, el problema es más complicado de lo que parece a primera vista, ya que, antes de llegar a una conclusión definitiva, también deben tomarse en consideración otros factores importantes relacionados con las condiciones naturales y económicas.

159. El lugar exacto que las plantaciones deben ocupar en América Latina en relación con los bosques naturales, debe definirse —como se ha dicho antes— sobre la base de dos criterios vinculados a la política forestal y a la referente a la producción de papel.

160. En primer término, al formular los planes generales de utilización del suelo, debe definirse el lugar que deben ocupar los bosques naturales ordenados y las plantaciones artificiales en cada una de las regiones interesadas. Esos planes deben tomar en cuenta determinantes naturales, (naturaleza y aptitud de los suelos, topografía, etc.) factores económicos, (rendimiento de las diversas formas de utilización de la tierra y colocación de los productos) y condiciones sociales (óptima utilización de la mano de obra rural y urbana).

161. Cualquiera que sea su clase, el bosque debe aprovecharse o crearse en suelos con aptitud forestal, entendiéndose el término aptitud en su sentido más amplio, es decir, no sólo sobre los suelos que, por razones de clima o de producción deben forestarse, sino también dondequiera que la explotación racional —de una riqueza forestal preexistente o artificialmente creada— represente la forma mejor y más económica de utilizar los suelos.

162. Es evidente que en las regiones de bosques naturales, cuando se trata de razones de clima y de protección, debe

preconizarse el mantenimiento del bosque natural. Se reconoce igualmente que muy a menudo, a pesar de las necesidades de protección, puede hacerse frente con eficacia a la explotación de bosques si se toman las precauciones necesarias para asegurar su perpetuidad y la protección que proporcionan. Por lo tanto, las reglas de explotación deberán basarse en la aplicación de un plan de ordenación cuidadosamente elaborado.

163. Cuando se desea estudiar en una región de bosques naturales —y más particularmente en una zona de colonización— la mejor manera de utilizar los suelos, conviene comparar primero y a largo plazo el rendimiento de la explotación del bosque natural con el de las actividades agrícolas o pastoriles realizadas en terrenos desboscados. Más tarde será indispensable determinar si la plantación de ciertas especies, cuando se trate de terrenos convenientes, puede entrar en competencia, no sólo con el bosque natural ordenado, sino también con ciertas formas de agricultura que se consideran particularmente rentables.

164. Considerando sólo este aspecto del problema, puede afirmarse que la plantación se podrá recomendar en dos grandes casos: a) cuando constituye la mejor forma de aprovechamiento del suelo, lo que es frecuente en el noreste de la Argentina, en el sur del Brasil y en las plantaciones de *Araucaria angustifolia* y eucalipto; b) cuando constituye, ya sea en zonas no forestales o en regiones cubiertas de bosques carentes de importancia económica, la única actividad remuneradora, como ocurre con las plantaciones de *Pinus radiata* en Chile y, sobre todo, en el delta del Paraná, con la plantación de salicáceas y algunas especies de pinos.

165. Otro aspecto que habrá que estudiar es la importancia que haya de concederse a las plantaciones y su naturaleza, puesto que se trata de satisfacer ciertas necesidades particulares de las industrias de transformación. En efecto, no se trata ya en este caso de producir en abundancia una materia prima sin especificaciones particulares; lo que se necesita es un tipo de madera que ofrezca ciertas características y sea susceptible de producir pastas que respondan a determinadas exigencias, que no están en condición de satisfacer las pastas obtenidas de otros recursos disponibles.

166. No puede darse a este aspecto del problema una solución de carácter general, puesto que se trata de especies y necesidades que varían de una región a otra, según sus posibilidades naturales y los mercados que se ha de satisfacer.

167. La Junta consagró preferente atención a este aspecto técnico del problema, y ha recomendado que actúen las organizaciones internacionales interesadas.

b) Bosques naturales

168. Determinado el lugar que ocuparán los bosques naturales en la economía de una región, queda por establecer de qué manera habrán de ordenarse para asegurar su conservación y permitirles proporcionar la materia prima necesaria al abastecimiento de las fábricas de celulosa. En el caso de los bosques naturales no siempre será posible limitar las investigaciones a la obtención de un rendimiento sostenido, ya que al principio la calidad suele ser mediocre. De igual manera que en los bosques tropicales y subtropicales, deberá intentarse mejorar progresivamente la forma de esos rodales, a fin de asegurar su protección a largo plazo, lo que contribuirá a mejorar su calidad y su cantidad.

169. Trátase aquí de problemas de administración de las masas boscosas y, a menudo, de su tratamiento. Desde el punto de vista de la obtención de madera para pasta, es

¹ Punto IV del temario.

obvio que la preocupación principal del ingeniero forestal sería facilitar la repoblación que debe ser tan regular como lo permitan el tiempo y el espacio.

170. De adoptar la repoblación natural —a menudo incierta e irregular— el ingeniero forestal tendrá que ayudarla y protegerla (tal es el caso de los bosques de coníferas de México en particular). El fuego es en general un verdadero azote; pero en ciertos casos puede constituir un medio de acción si se regula y se limita. En América Latina el pastoreo en los bosques debe ser severamente reglamentado la mayoría de las veces. Asimismo, la extracción por turno deberá estudiarse con sumo cuidado, teniendo en cuenta no sólo el factor general del rendimiento, sino también las necesidades técnicas y legales de protección y las dimensiones óptimas de la madera que requiere la industria papelera.

171. Con mucha frecuencia, ya sea que se tengan en cuenta los factores de destrucción, que suprimen la repoblación natural desde el momento de su aparición, o que se considere la composición misma de los rodales, que limitan u obstaculizan esta repoblación, el ingeniero forestal se ve precisado a intervenir más activamente y a proceder a veces a la repoblación artificial. Esta última puede hacerse sobre la base de la misma especie dominante en el rodal primitivo o —según los casos y las necesidades— con otras especies. Ello lleva a la sustitución progresiva de un bosque sin interés económico por otro artificial y rico. A la consideración de esta Junta se han sometido interesantes resultados de este método por lo que toca a zonas del delta del Paraná.

c) Consideraciones en relación con la fabricación de celulosa

172. Se reconoció en la Junta que existen actualmente técnicas bien establecidas para la fabricación de papel y celulosa a base de coníferas y salicáceas y que en general el tema sobre la fabricación de celulosa a base de especies latifoliadas es similar al ya tratado en otra sección del informe. Sin embargo, se presentó un problema especial en el caso de la producción de papel y celulosa a base de eucalipto y por ello se incluye una sección específica sobre la experiencia que existe en este campo. (Véanse párrafos 177 a 195.)

Conclusiones

173. Para favorecer el desarrollo de las plantaciones forestales y para permitir que ese desarrollo se lleve a cabo en forma racional y provechosa para la industria de papel y celulosa de América Latina y, sin perjuicio de las grandes plantaciones que se realizan, la Junta recomendó a las organizaciones interesadas tomar las siguientes medidas:

1. Realizar en las diversas estaciones forestales experimentales de América Latina, estudios sistemáticos sobre las posibilidades de introducir especies exóticas de rápido crecimiento y susceptibles de interesar a la industria de papel y celulosa;

2. Hacer en esas mismas estaciones estudios sistemáticos y comparativos sobre las diversas condiciones de establecimiento y tratamiento de plantaciones forestales a base de especies autóctonas o exóticas ya introducidas o que interesa introducir;

3. Llevar a cabo en laboratorios especializados estudios relativos a los productos de las plantaciones. Esos estudios tratarían de la aptitud de la madera para su conversión en pasta y, sobre todo, de la calidad de las pastas así obtenidas.

Se referirían no sólo a las maderas, sino también a cada una de las especies en particular, y según las condiciones de crecimiento y los métodos de tratamiento de la plantación. Sería especialmente aconsejable recoger informaciones sobre las relaciones entre la rapidez de crecimiento y el valor paplero del producto, en cada una de las especies existentes.

174. El conjunto de resultados obtenidos de estos estudios, así como de estudios similares emprendidos en otras regiones del mundo de características semejantes, debería recogerse por la Oficina Forestal Regional de la FAO, y ser analizado y después difundido entre los países y organismos interesados.

175. La Junta sugirió que se dé a la Oficina Forestal Regional, que ha emprendido ya actividades en esta materia, facilidades más amplias a fin de permitirle asegurar el intercambio o los envíos gratuitos de muestras de semillas de especies forestales para experimentación y ensayos de plantación.

176. Finalmente la Junta recomendó también a la FAO que insista ante los gobiernos en el sentido de que se concedan todas las facilidades posibles, tanto a los servicios públicos como a las empresas particulares, con vistas a la obtención, compra o intercambio de semillas destinadas a la ejecución de trabajos en mayor escala. En lo que toca a los bosques naturales templados de América Latina, la Junta estimó, de manera general, que es económicamente posible su aprovechamiento, con el fin de satisfacer necesidades de la industria papelera, si bien en ciertos casos se presentan aspectos delicados, a los que deben prestar atención los técnicos y los gobiernos.

4. EL EUCALIPTO EN LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CELULOSA¹

a) Observaciones generales

177. La adaptabilidad y el rápido crecimiento de muchas especies de eucalipto en América Latina indican que de las numerosas plantaciones que existen, principalmente en el Brasil, debería obtenerse materia prima abundante y barata para la producción de celulosa y papel. Los conocimientos acumulados hasta ahora permiten disipar cualquier duda respecto a la conveniencia de establecer una industria basada total o principalmente en la madera para pasta proveniente de esas plantaciones.

b) Especies y procedimientos utilizados

(i) Para pasta mecánica

178. En Australia la pasta mecánica se elabora exclusivamente con especies *E. regnans*, *gigantea* y *obliqua* de más de doscientos años de edad. De las experiencias adquiridas en Australia y en América Latina se desprende que las pastas mecánicas a base de eucalipto son más bien de calidad inferior, y que deben usarse en la fabricación de papel de diario sólo en proporciones pequeñas, dependiendo la cantidad exacta de la calidad de pasta con que se mezcla.

(ii) Para pasta semiquímica

179. La elaboración de pasta semiquímica a base de eucalipto se ha realizado en Australia en los laboratorios y

¹ Informe del subcomité especial designado para estudiar este tema dentro del punto IV del temario.

en escala semicomercial muy limitada. De los resultados obtenidos se desprende que esta pasta se puede usar como componente principal de la mezcla que entra a la máquina en la fabricación de papeles acanalados y tal vez también para cartón forrado (liner board). La pasta semiquímica de eucalipto, blanqueada, es similar a la que se obtiene de otras maderas subtropicales o de zonas templadas y debe destinarse a usos similares.

180. En Australia se ha producido una pasta de calidad inferior en escala semicomercial, cociendo los trozos de madera con cal, a una presión de 6,3 kilogramos por centímetro cuadrado (90 libras por pulgada cuadrada), y sometiéndolos en seguida a tratamiento en un refinador de disco. Sin embargo, esta pasta sólo puede usarse parcialmente en la composición de la pasta que entra a la máquina en la fabricación de cartones de baja calidad. A pesar de ello, ofrece ciertas posibilidades cuando esos productos se fabrican lejos de las fuentes de papel de desperdicio, cuando el capital disponible es reducido y cuando se cuenta con un terreno sobre el cual pueden depositarse ventajosamente los desechos de fabricación.

181. De las investigaciones realizadas en el Forest Products Laboratory, en Madison, Estados Unidos de América, se desprende que el procedimiento a la soda fría ofrece posibilidades indiscutibles para la elaboración de pasta a base de eucaliptos latinoamericanos, que podría aprovecharse para la producción de papel de diario. Sin embargo, antes de emitir un juicio definitivo sobre el uso de este procedimiento es necesario profundizar aún más los estudios realizados hasta la fecha.

(iii) Para pasta química

182. El procedimiento al sulfato parece el más adecuado para la elaboración de la pasta química. Entre las características de las pastas que se obtienen mediante este procedimiento puede mencionarse el hecho de que sirven para fabricar una mayor variedad de papeles que las pastas a la soda o al sulfito.

183. Las especies que se usan en Australia para la elaboración de pastas químicas son *E. regnans*, *gigantea*, *obliqua*, *sieberiana*, *eugenioides*, *capitellata*, *radiata*, *viminalis*, *goniocalyz* y ocho o más especies adicionales, en pequeñas cantidades. En América Latina las especies que sirven para este objeto parecen ser principalmente las *E. saligna*, *E. grandis* y *E. globulus* y han resultado satisfactorias. Las especies *E. saligna* y *E. grandis* se usan también en Sudáfrica para este fin con buenos resultados.

184. En Australia se ha ideado un procedimiento de blanqueo con el cual se consigue que las pastas al sulfato, de coloración oscura, obtenidas de madera vieja de eucalipto, alcancen hasta 85 de blancura, perdiendo muy poco en resistencia. La experiencia adquirida en América Latina revela que es posible obtener resultados similares blanqueando pastas al sulfato preparadas con maderas de eucaliptos muy jóvenes mediante los métodos comunes de blanqueo.

185. No existe razón alguna que impida el empleo del procedimiento a la soda modificado. Según la experiencia que se tiene en América Latina, se necesita aproximadamente 10 por ciento de azufre, sobre la base de la cantidad de soda cáustica que se emplee, para obtener pastas similares a las producidas mediante el procedimiento al sulfato. A pesar de que el procedimiento a la soda modificado —en comparación con el procedimiento al sulfato— posee cierto

grado de flexibilidad, el factor que determinará su adopción es la disponibilidad y el costo de las materias primas, es decir, el azufre en un caso y el sulfato de sodio en el otro.

186. Tanto en Australia como en América Latina, mediante la cocción en dos etapas se ha obtenido pasta de color más claro y más fácil de blanquear que la que se obtiene mediante la cocción en una sola etapa.

187. En la elaboración de pastas a base de eucalipto de América Latina no se han experimentado las dificultades con que se tropezó en Australia en la recuperación de los productos químicos al fabricar pastas a base de ciertos eucaliptos viejos y de lento crecimiento.

(iv) Para celulosa destinada a rayón

188. El procedimiento al sulfito presenta algunas ventajas en la elaboración de celulosa para rayón cuando ésta se obtiene de eucaliptos jóvenes, de madera limpia y con características uniformes. En muchos países se ha adoptado dicho procedimiento con muy buenos resultados.

189. En Australia, en donde no se dispone de madera limpia de árboles jóvenes, los experimentos se han realizado con el procedimiento al sulfato, y las pastas que se han fabricado en escala semicomercial han respondido satisfactoriamente a las pruebas a que fueron sometidas fuera del país. Estas pastas se elaboraron con madera de *E. regnans*, pero, como esta madera no existe en cantidades suficientes, se está experimentando con otras especies. De las pruebas que se han realizado en escala semicomercial se desprende que se pueden obtener pastas aceptables siempre que la madera que se use sea de calidad uniforme; este es un requisito indispensable de cualquier procedimiento encaminado a la elaboración de celulosa para rayón. El procedimiento que se emplea en Australia consiste en una prehidrólisis seguida de una cocción normal al sulfato.

190. Si se proyecta producir en una sola fábrica una gran variedad de pastas incluyendo las que se usan para los papeles y cartones de calidad corriente, pastas semiquímicas e incluso celulosa para rayón, el procedimiento al sulfato es el que lógicamente debe adoptarse. Sin embargo, debe considerarse la posibilidad de producir pastas al bisulfito de sodio y al sulfato en la misma fábrica, con un procedimiento combinado para la recuperación de los productos químicos.

c) Aplicaciones de las pastas de eucalipto

191. La experiencia ha demostrado que en Australia las pastas blanqueadas elaboradas a la soda a base de eucaliptos pueden usarse hasta en una proporción de 100 por ciento en la mezcla que entra a la máquina en la elaboración de papeles de escribir y de imprenta de calidad superior. En América Latina las pastas blanqueadas elaboradas al sulfato a base de eucalipto encuentran la misma aplicación. En Australia y en América Latina se usan pastas sin blanquear al sulfato en una proporción de 60 por ciento para fabricar papeles de envolver y ciertos tipos de sacos de papel, y hasta en un 30 por ciento en la fabricación de sacos de papel multipliego. La pasta de eucalipto al sulfato se ha usado hasta en un 80 por ciento en la mezcla que entra a la máquina para la elaboración de revestimiento kraft para cartón corrugado y hasta en un 50 por ciento para revestimientos de otros cartones. En el cuadro que sigue se presenta un resumen de los datos que acaban de consignarse.

192. Además de sus aplicaciones en los papeles y cartones mencionados en el cuadro, las pastas de eucalipto se han usado en la producción de papel básico para pergamino, de papel de seda para envolver frutas y como componente principal de la mezcla que entra a la máquina en la fabricación de papel higiénico de calidad superior.

Producto	Tipo de pasta	Porcentaje
Papeles de escribir y de imprenta de buena calidad.	Blanqueada	90 — 100
Papel de envolver y sacos de papel excluyendo los sacos multipliego de papel kraft.	Sin blanquear	60
Sacos multipliego de papel kraft.	Sin blanquear	30
Revestimiento o forro kraft para cartón.	Sin blanquear, hasta	80
Otros revestimientos o forros para cartón.	Blanqueada y sin blanquear	50
Papel de diario.	(Véase el texto)	

Conclusiones

193. En Australia se usan aproximadamente 100 mil toneladas anuales de pasta de eucalipto en la fabricación de papeles de escribir y de imprenta de buena calidad, papel de envolver, sacos de papel, cartones forrados, etc. La experiencia adquirida en Australia, América Latina y Sudáfrica indica que el eucalipto de las plantaciones jóvenes latinoamericanas debería ser igual y tal vez superior al eucalipto que ha alcanzado su pleno desarrollo y que se usa en Australia.

194. Por consiguiente, las plantaciones de eucalipto de América Latina ofrecen una valiosa fuente de materia prima para la elaboración de pasta química.

195. Las perspectivas para la producción de pasta mecánica no son muy alentadoras. En Australia se emplean más de 50 mil toneladas de pasta mecánica de eucalipto para la fabricación de papel de diario, pero en América Latina no se encuentran maderas del tipo y edad que se usan en Australia con esos fines. Por lo tanto, la producción de papel de diario a base del eucalipto que se encuentra corrientemente en América Latina dependería de la introducción de algún procedimiento barato como el de la soda fría.

5. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR¹

a) Disponibilidad general de bagazo

196. Cada tonelada de azúcar moreno producido en las operaciones de una central o ingenio² origina la producción de alrededor de una tonelada de bagazo completamente seco. La producción media anual de bagazo fresco tal como sale de los ingenios (con 50 por ciento de humedad) asciende en América Latina aproximadamente a unos 26 millones de toneladas. Esta cantidad bastaría para producir un mínimo de 4 millones de toneladas de celulosa por año, o sea lo suficiente para satisfacer las necesidades normales de la región por más de tres veces, si se dispu-

¹ Punto V del Temario.

² De una tonelada de azúcar de caña puede producirse aproximadamente: azúcar, 110 kg.; alcohol, 10-12 litros; bagazo completamente seco, 110 kg.; pasta para papel, 37-55 kg.; médula, 27-33 kg.

siera de la cantidad total para la fabricación de papel. Sin embargo, en la actualidad sólo una pequeña parte de esta gran cantidad puede considerarse disponible potencialmente para fabricar papel y celulosa sin sustitución de combustible, dado que el bagazo constituye la fuente principal para ello en los ingenios azucareros, por poder disponerse de él en el lugar mismo y en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades. Aun cuando la mayoría de los ingenios azucareros son demasiado pequeños para suministrar el bagazo suficiente con qué alimentar una fábrica de celulosa de tamaño económico mínimo, puede resultar conveniente procurarse bagazo en varios ingenios azucareros del mismo sector. En la actualidad sólo de 300 a 400 mil toneladas de bagazo fresco por año —es decir, de 1 a 1,5 por ciento de la cantidad total que se produce— son convertidas en celulosa por las nueve fábricas latinoamericanas existentes que lo utilizan como materia prima.

197. El problema general de la disponibilidad y costo del bagazo como materia prima para la fabricación de papel tiene íntima conexión con las operaciones de fabricación de azúcar. Las instalaciones de los ingenios azucareros difieren de un país a otro, dentro de un mismo país e incluso dentro de un mismo distrito, en lo que se refiere al tipo de los productos terminados que en ellos se elaboran y a la cantidad de vapor que requieren. Una investigación realizada en seis países latinoamericanos³ demostró que las condiciones locales, tanto en lo que se refiere a la disponibilidad de bagazo como a todos los demás factores involucrados en el establecimiento de un proyecto de fábrica de celulosa a base de esa materia prima, varían con tal amplitud que hacen indispensable la realización de estudios e investigaciones sobre el terreno.

b) Liberación del bagazo con fines celulósicos

198. Existen dos métodos principales que permiten liberar cantidades adicionales de bagazo para la producción de celulosa: 1) mejorar la eficiencia térmica en el ingenio y 2) utilizar un combustible sucedáneo.

199. Con respecto al mejoramiento de la eficiencia térmica en las operaciones de molienda de caña de azúcar, los distintos procedimientos —en orden de importancia— por los cuales puede obtenerse este resultado son los siguientes:

- mejoras en la generación de vapor y en la eficiencia de la combustión;
- reducción de las pérdidas de calor;
- mejoras en el aprovechamiento térmico del vapor;
- aprovechamiento mecánico más eficiente del vapor.

200. Debe subrayarse que es especialmente en los tres primeros procedimientos mencionados en los que deben realizarse economías efectivas si ha de liberarse mayor cantidad de bagazo. Puede obtenerse considerable éxito mediante estos procedimientos, a un costo relativamente bajo. En contraste, las necesidades de capital para mejorar la eficiencia del aprovechamiento mecánico del vapor son bastante elevadas, y este arbitrio sólo puede aportar una contribución insignificante al ahorro de combustible, es decir, al ahorro de bagazo.

201. La cantidad de bagazo que puede liberarse mediante una mejora en la eficiencia térmica variará según el tipo de operaciones realizadas en el ingenio. Por lo tanto:

- En los casos en que los ingenios se hallen integrados, ya sea con una refinería o con una destilería de

³ Argentina, Brasil, Cuba, México, Perú y Venezuela.

alcohol, o con ambas, las posibilidades de distraer bagazo son muy pequeñas;

b) los ingenios azucareros relativamente modernos, que producen sólo azúcar moderno o azúcar crudo, pueden liberar hasta un 20 ó 30 por ciento del bagazo producido;

c) los ingenios azucareros que producen únicamente alcohol por fermentación pueden liberar hasta un 40 ó 50 por ciento del bagazo total producido, sin grandes inversiones en mejorar su equipo normal.

202. Cuando se trata de liberar bagazo mediante el uso de un combustible sucedáneo, se verá que en América Latina el único combustible práctico para sustitución es en general el petróleo. Sin embargo, en algunos países puede tomarse en consideración el empleo de gas natural, carbón o leña.

203. Mediante el empleo de un combustible sucedáneo se liberará todo el bagazo producido. Contrariamente a la opinión general, en la mayoría de los casos no es muy elevada la inversión requerida para transformar la instalación y adaptarla al empleo de un combustible sucedáneo. En cualquier caso, la amortización de estos gastos de conversión no representa un elemento importante en el costo total del bagazo fresco en el ingenio mismo. El elemento de mayor importancia es el costo del combustible sucedáneo en sí.

204. En los ingenios en que el petróleo ha sustituido al bagazo se ha dado en general el caso de que una tonelada de petróleo podría reemplazar aproximadamente seis toneladas de bagazo fresco (con 50 por ciento de humedad). La conversión al petróleo ofrece la posibilidad de mejorar en gran medida la instalación de las calderas, reduciendo considerablemente los costos de manejo del combustible, simplificando el control y aumentando la capacidad.

c) *Enfardado y almacenamiento*

205. En los diversos países latinoamericanos productores de azúcar, la zafra toma aproximadamente entre 75 y 225 días al año. Como una fábrica de papel y celulosa debe funcionar durante todo el año, habrá que constituir reservas de bagazo para permitir que la producción se mantenga al nivel necesario. A menos que la época de la zafra se extienda durante todo el año —y hay pocas regiones, si las hay, donde así ocurra— esto significa que parte considerable del material deberá enfardarse. Este factor, junto con las consideraciones sobre las facilidades para el manejo, almacenamiento y transporte, explica en gran parte el hecho de que la práctica común, cuando se utiliza el bagazo con fines celulósicos, sea enfardarlo todo y almacenarlo tan pronto como se produce.

206. Se ha adquirido amplia experiencia acerca de los procedimientos más adecuados y los tipos de equipos que más conviene utilizar en el enfardado. Las pérdidas de fibra en que se incurre en el almacenamiento asciende aproximadamente a un 10 por ciento. Si no se almacena en debida forma el bagazo, las pérdidas por deterioro pueden llegar hasta un 30 por ciento e incluso más. En general, pero siempre sujeto a las condiciones locales, es importante que el fardo sea de tamaño grande y que el ritmo de enfardado sea rápido para aprovechar mejor el capital invertido en el equipo de la estación enfardadora.

d) *Separación de la médula*

207. El bagazo contiene una gran cantidad de sustancia parenquimatosa o médula, que podrá representar hasta el 30 por ciento del material. La estructura física de la mé-

dula es muy distinta de la fibra del bagazo y los reactivos utilizados en la producción celulósica la atacan en forma muy diferente. La mayor parte de las autoridades en la materia sostienen que sólo podrán alcanzarse valores óptimos en la operación de la maquinaria, calidad del producto y bajo costo de los reactivos por tonelada de celulosa producida, si se utiliza fibra de bagazo de la que se haya eliminado la cantidad máxima de médula. Se han desarrollado varios métodos de separación parcial o completa de la médula.

208. La médula del bagazo es un producto que tiene varios usos. Puede, claro está, utilizarse como combustible en la instalación de calderas de las fábricas, aunque su poder calorífico es ligeramente inferior al del bagazo. Sin embargo, tiene aplicaciones más ventajosas en la preparación de alimentos para animales, y como absorbente para la nitroglicerina en la fabricación de dinamita. Puede también servir como materia prima para la manufactura de furfural, como material filtrante, etc.

e) *Procedimientos de fabricación de celulosa a base de bagazo*

209. Las características de las fibras de bagazo son tales que puede fácilmente transformarse en celulosa por cualquiera de los métodos industriales conocidos; los procedimientos al sulfito ácido no son recomendables. La selección de un procedimiento especial para una ubicación determinada de fábrica depende de un gran número de factores interrelacionados que requieren una investigación cuidadosa llevada a cabo sobre el terreno mismo.

210. Se ha progresado bastante en los últimos años en la fabricación de celulosas a base de bagazo, y, a consecuencia de operaciones industriales ventajosas realizadas por fábricas papeleras que utilizan esta materia prima, puede decirse sin lugar a dudas que no existen dificultades técnicas que obstaculicen la completa utilización de la fibra de bagazo como fuente celulósica.

f) *Propiedades y usos de la celulosa de bagazo*

211. Son bien conocidas la calidad y el carácter de la celulosa a base de bagazo y su conversión en papel. Muchos ejemplos industriales demuestran que pueden usarse con ventaja en una gran variedad de productos de papel, desde las planchas de fibra para construcciones hasta el papel de seda más fino. La celulosa de bagazo de tipo fino mejora la formación de la hoja en la máquina papelera y tiene una resistencia relativamente alta a la tracción y al reventamiento. Su resistencia al doble plegado es buena. En general, la resistencia al desgarramiento es menor que la de la celulosa a base de coníferas. Debido a su carácter especial las pastas de bagazo pueden refinarse con un consumo de energía muy reducido y, si se manejan adecuadamente, pueden considerarse como celulosa de rápido desgoteamiento. Se mezclan fácilmente no sólo con todas las variedades de pastas mecánicas y químicas hechas con madera, sino también con gars.

212. En el caso de los papeles finos blanqueados, la adición de celulosa de bagazo mejora la calidad y da al papel ciertas características que no pueden obtenerse únicamente con pasta de madera. Se ha demostrado que cuando se agrega pasta de bagazo sin blanquear en proporciones adecuadas a las pastas de madera de tipo kraft, pueden obtenerse papeles de gran resistencia. Los cartones para cajas de embarque fabricadas con bagazo ofrecen condiciones excepcio-

nales. El alma para cartón acanalado proveniente del bagazo es excelente en su resistencia al aplastamiento. Para los cartones de revestimiento, la pasta de bagazo puede ser mezclada en proporciones importantes con pasta de madera al sulfato sin blanquear.

213. Ha quedado establecido que es posible producir papel de diario a base de pasta de bagazo. Sin embargo, queda aún por determinar si es posible producirlo comercialmente en tal forma que pueda competir en precio y en calidad con el artículo que se acepta en la actualidad por el comercio en todo el mundo.

Conclusiones generales

214. La Junta llegó a las siguientes conclusiones:

1. *Experiencias industriales satisfactorias demuestran que el bagazo puede usarse con ventaja como fuente de materia prima para satisfacer las necesidades futuras de papel y celulosa en América Latina.*

2. *Existen en la actualidad procedimientos bien conocidos de uso industrial que producen pastas de calidad satisfactoria sin mayores dificultades técnicas. La elección del procedimiento depende de muchos factores, incluyendo los locales, y sería conveniente un estudio cuidadoso en cada caso.*

3. *Aun cuando pueden elaborarse algunos tipos de papel con una pasta únicamente compuesta de celulosa de bagazo, se considera que la contribución más importante que puede prestar esta materia prima como fuente celulósica en América Latina es como material para mezclar con celulosas provenientes de otras materias primas fibrosas.*

4. *La cantidad de bagazo fresco (50 por ciento de humedad) de que se necesita disponer anualmente para fábricas de celulosa con una capacidad de producción diaria de 20 toneladas, puede calcularse en unas 36 mil toneladas en el caso de pastas blanqueadas y en unas 24 mil toneladas para las pastas tipo cartón. Las necesidades respectivas para fábricas de celulosa de una capacidad diaria de producción de 50 toneladas serían de 90 mil y 60 mil toneladas por año. Estos cálculos son conservadores.*

5. *Dado que se utiliza hoy día el bagazo como combustible en los ingenios azucareros, para liberar cantidades adicionales de esta materia prima con destino a la fabricación de celulosa es menester adoptar medidas con el fin de economizar combustible en los ingenios, o recurrir al empleo de otro combustible para reemplazar al bagazo.*

6. *Con lo primero se lograría liberar importantes cantidades de bagazo, pero la cantidad real obtenida dependerá de la naturaleza de la operación realizada en el ingenio y del grado de eficiencia térmica que ya se haya logrado. Aun en el mejor de los casos, los ahorros de bagazo no han de exceder del 20 ó 30 por ciento del bagazo producido. Por otra parte, las medidas a adoptar no son muy costosas y pueden aplicarse individualmente o en conjunto.*

7. *La operación más ventajosa será aquella en que se utilice en forma total tanto la fibra como la médula con fines para los cuales cada fracción se adapte mejor.*

8. *Desde el punto de vista de la disponibilidad de bagazo—ya sea mediante la creación de excedentes (aprovechando las mejoras introducidas para el aprovechamiento del vapor) o usando otros combustibles en su reemplazo— es evidente que las limitaciones impuestas por la necesidad de usar el bagazo como combustible en los ingenios azucareros llevan a la conclusión de que la contribución que puede*

prestar esta materia prima al desarrollo de las industrias latinoamericanas de papel y celulosa será necesariamente limitada en volumen, al menos a corto plazo.

9. *En un plan a largo plazo, no hay duda de que el bagazo, debido a una serie de factores económicos favorables, ha de desempeñar una función importante en la expansión creciente que se requiere de la industria. Ello tiene particular significación en aquellos países productores de caña de azúcar en que faltan otras materias primas fibrosas.*

10. *En relación con otras fuentes no forestales de materias primas para papel y celulosa disponibles en América Latina, el bagazo de caña, por ser el subproducto de una industria establecida, parece ofrecer buenas posibilidades para lograr aumentos inmediatos en la producción de celulosa y papel.*

6. PRESENTACIÓN DE TRABAJOS SOBRE DETERMINADOS ASUNTOS TÉCNICOS¹

215. En las sesiones dedicadas a este punto del temario se discutieron los diversos trabajos presentados a la consideración de la Junta como documentos básicos. (Véase la parte II de este informe).

7. EXAMEN DE LAS PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA EN DETERMINADOS PAÍSES LATINOAMERICANOS²

216. En las sesiones en que se trató este punto del temario se discutieron los trabajos que se habían presentado sobre las perspectivas de desarrollo de la industria papelera en Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Uruguay y Venezuela. En el curso de los debates y a través de las exposiciones hechas por algunos participantes, también se dieron a conocer datos respecto de Bolivia, Paraguay y Perú. De este modo, las informaciones examinadas en las sesiones se referían a casi el 90 por ciento, del consumo de papel de la región.

[217-274] (Véase nota 2.)

Conclusiones

275. De las declaraciones hechas por los expertos de diversos países se infiere la conclusión general de que todos los países latinoamericanos revelan gran interés en desarrollar su industria papelera y que están tratando de lograrlo por todos los medios posibles. Hay una tendencia general a crear o aumentar la capacidad productora en medida suficiente para satisfacer las crecientes necesidades de papel y celulosa.

276. En el pasado se concedió especial importancia a la construcción de fábricas de papel; en cambio, en la actualidad se observa la tendencia a equilibrar la industria mediante el establecimiento de fábricas de pasta.

¹ Punto VI del temario.

² Punto VII del temario. No se reproduce aquí el texto íntegro del informe aprobado por la Junta al discutir este punto. La parte central de ese texto (primitivamente párrafos 217 a 274) resumía las perspectivas en cada país según el contenido de los trabajos presentados a la Junta. Como este volumen recoge más adelante versiones más completas de esos documentos, se han omitido los párrafos antes aludidos y sólo se conservan los de introducción y conclusiones del informe. Para el texto íntegro del informe, véase el documento E/CN.12/361, FAO/ETAP N° 462, ST/TAA/SER.C/19. En la presente versión, con el fin de evitar confusiones en las referencias se mantiene la numeración de los párrafos del informe original; entre corchetes se señalan los párrafos suprimidos.

277. La mayoría de los países latinoamericanos conceden a la expansión de su capacidad productora de papel un lugar prominente dentro del orden de prelación asignado a su desarrollo industrial. Al hacerlo así no sólo demuestran su preocupación por crear fuentes permanentes de abastecimiento de papel, sino que tienen presentes otras ventajas fundamentales, como las derivadas del aprovechamiento de abundantes recursos naturales, de la diversificación de su economía y de la oportunidad de desarrollar paralelamente otra industria importante, por ejemplo, la de productos químicos necesarios para la fabricación de celulosa.

278. No menos importante es el hecho de que, debido a las cuantiosas inversiones fijas que requieren y a su necesidad de un abastecimiento constante de materia prima, las industrias celulósicas constituyen por sí mismas, al par que una garantía de que los bosques serán protegidos y administrados racionalmente, un estímulo para la creación de nuevos recursos por medio de plantaciones.

279. Por lo que se refiere a la conversión de estas materias primas en celulosa y papel, la Junta llegó a la conclusión general de que, si bien no se esperan problemas tecnológicos en la fabricación de pasta química, para producir económicamente pasta mecánica a base de recursos tropicales y subtropicales, se requiere todavía una mayor investigación. Excepción notable representa el caso del cético en el Perú, que ha probado ser un material excelente para fabricar pasta mecánica por los procedimientos comunes.

280. De las perspectivas que ofrecen los distintos países se desprende que no existen suficientes proyectos para llegar a satisfacer la demanda de papel de diario, aunque en todos ellos se comprende muy bien la importancia que debe darse a este tipo de desarrollo. Aparte de las dificultades técnicas, hay problemas de otro orden —principalmente económicos y de política gubernamental— que han hecho que los proyectos actuales se dirijan más bien hacia la producción de otros papeles distintos del de diario. Sin embargo, las ideas expresadas por los participantes indican que es urgente conciliar el interés de desarrollar la producción de papel de diario, con objeto de ahorrar divisas y complementar la industrialización, con la necesidad de que los países cuenten con una fuente permanente de abastecimiento de este producto, y a precios lo bastante bajos para favorecer su desarrollo cultural. Es de gran importancia que los gobiernos se esfuercen por realizar esta conciliación estimulando el establecimiento de fábricas de papel de diario.

281. Las dificultades de financiamiento constituyen un obstáculo grave para el desarrollo de la industria papelera. Las conclusiones generales a este respecto se consignan en otra sección del informe.

282. Como las características de la materia prima varían de un país a otro, es lógico esperar que en cada país el desarrollo industrial papelero se oriente hacia especializaciones en lo que se refiere a tipos de pasta e incluso en relación con tipos específicos de papeles. Por otra parte, el mercado nacional de productos papeleros es demasiado pequeño en la mayoría de los países para absorber la producción de fábricas de gran tamaño especializado en determinado tipo de pasta y en un número limitado de clases de papel. Consideradas en conjunto, estas dos condiciones permiten concluir que es necesario y deseable promover una complementación intrarregional de mercados.

283. La Junta convino en que en el desarrollo de la industria papelera latinoamericana se tenga en cuenta la región en su conjunto. Se estimó que la reunión actual era

ya un primer paso importante para lograr ese objetivo y se expresó la esperanza de que en el futuro habrá una mayor cooperación internacional para obtener un desarrollo industrial equilibrado.

284. En la discusión se puso también de manifiesto la necesidad de examinar con detenimiento todos los proyectos en desarrollo con el fin de valorar en la forma más precisa posible sus características económicas y técnicas y su verdadera contribución al crecimiento económico general del país considerado.

285. Respecto de los problemas que plantea el desarrollo de los proyectos actuales de papel y celulosa, se señaló la necesidad de obtener ayuda técnica de las organizaciones internacionales para estudiar los que no pueden afrontar empresas particulares ni aun gobiernos aislados, así como de coordinar los esfuerzos nacionales en la búsqueda de soluciones. Además se hizo patente la necesidad de consejo técnico acerca de los problemas específicos que presentan los proyectos de desarrollo, y se estimó que deberían prestarlo aquellos expertos silvícolas e industriales que hayan tenido oportunidad de estudiar el desarrollo industrial latinoamericano en su conjunto, y que tengan experiencia sobre otros países ajenos a la región.

286. Este aspecto de la discusión fué confiado a un subcomité especial encargado de formular proposiciones concretas sobre asistencia técnica, investigación y capacitación. (Véase la sección IV.)

8. PAPEL DE DIARIO¹

287. La producción de papel de diario plantea un problema especial, como lo revela claramente el cálculo de las perspectivas de equilibrio entre las necesidades de América Latina y la producción en la región en los próximos diez años. Los países latinoamericanos, sin excepción, están profundamente interesados en ampliar o iniciar la producción nacional de ese tipo de papel. En primer lugar, se considera como una materia prima esencial de la cual ha habido escasez en el pasado por diversas razones, y todos los países se hallan deseosos de obtener cierta seguridad acerca de su abastecimiento. En segundo lugar, el consumo de papel de diario en muchos países latinoamericanos está actualmente muy por debajo de los niveles que pueden considerarse adecuados al grado de desarrollo político, económico y cultural que han alcanzado, por la sencilla razón de que no pueden dedicar, en la medida en que desearían hacerlo, las sumas de divisas necesarias para la compra de dicho papel. En el futuro es posible que la capacidad de importación siga siendo limitada en la región en su conjunto.

288. Si los países latinoamericanos contaran con ilimitadas reservas de moneda extranjera para importar papel de diario, el problema se presentaría en una forma diferente. En tales condiciones, las fuentes de producción tradicionales, a saber, el Canadá y, en menor escala, los países escandinavos —que poseen indudablemente los recursos de producción adecuados para hacerlo— tendrían el incentivo de expandir su capacidad productiva hasta el punto de que esa capacidad pudiera responder a la demanda latinoamericana durante la próxima década más o menos.

289. La fabricación de papel de diario requiere uno de los procedimientos más especializados y debe ceñirse a estrictas especificaciones, en tanto que son bajos los márgenes de utilidad que esa producción deja. Las características econó-

¹ Punto IX del temario.

micas del procedimiento favorecen la instalación de fábricas relativamente grandes.

290. Evidentemente, no es probable que en la actualidad la producción de papel de diario pueda realizarse con la mayoría de los recursos fibrosos de la región a costos que permitan competir favorablemente en el mercado mundial con los de algunos países —por ejemplo, Canadá—, al menos en épocas normales.

291. Así pues, debe reconocerse que, si los países latinoamericanos resuelven expandir la industria de papel de diario —y hay evidentemente razones válidas para considerar que lo están—, los problemas que muchos de ellos deben afrontar son de tipo más bien económico que técnico.

292. El papel de diario se está haciendo actualmente a base de pasta mecánica y hasta un 20 por ciento de pasta química de madera de coníferas, ya sea al sulfito sin blanquear o al sulfato semiblanqueada.

293. La Junta escuchó exposiciones que resumen las experiencias realizadas hasta el presente en América Latina en materia de producción de pasta mecánica para papel de diario: con especies salicíneas en la Argentina; con *Araucaria angustifolia* en el Brasil y con *Pinus radiata* en Chile. Estos recursos son de magnitud considerable y constituyen la base para la expansión actual de producción de papel de diario en América Latina. Sin embargo, las posibilidades de esta región no se hallan limitadas a las fuentes que actualmente se explotan.

294. Las investigaciones llevadas a cabo para encontrar materias primas que sustituyan a la pasta mecánica de abeto, y ampliar así las materias primas básicas para la manufactura del papel de diario, han tomado varios caminos que se comentan adelante.

295. El problema técnico de producir papel de diario a base de pinos, especialmente con los que poseen un alto contenido de resina, puede considerarse resuelto. Esto permite la utilización técnica de los rodales naturales de coníferas de México y América Central y de las plantaciones de coníferas existentes en la Argentina.

296. La Junta destacó la conveniencia de un intercambio de experiencias y de realizar investigaciones sobre plantaciones experimentales de coníferas para determinar qué especies y variedades son adecuadas para la producción de papel de diario y cuáles podrían crecer con éxito bajo las diferentes condiciones de la región.

297. La producción de pasta mecánica a base de especies latifoliadas de zona templada mediante el procedimiento normal de desfibración ha aumentado rápidamente en Europa y en los Estados Unidos. Las principales especies latifoliadas de América Latina adecuadas para la desfibración común son las de las plantaciones de sauces y álamos del delta del Paraná, las especies *Cecropia* y, en un grado menor, las plantaciones de eucalipto.

298. Los álamos y los sauces presentan pocas dificultades. A pesar de que en Australia los *Eucalyptus regnans* de 200 a 300 años de edad se utilizan para producir un papel de diario de calidad satisfactoria, es dudoso que los eucaliptos latinoamericanos de fibra corta puedan servir alguna vez de base para la producción de papel de diario en gran escala mediante los métodos usados normalmente. Las cecropias pueden encontrarse localmente en grupos homogéneos en la región, y esas especies, al igual que otras que tienen escasa densidad, aparecen con frecuencia entre las de retumba o crecimiento secundario en los bosques de lluvias tropicales. No todas estas especies pueden resultar adecuadas para el

papel de diario, pero se han efectuado experimentos prometedores con el cetico del Perú y como consecuencia de nuevas investigaciones tal vez se descubran especies similares, posiblemente más adecuadas todavía para la producción de papel de diario.

299. Se han desarrollado diversos procedimientos para producir pasta del tipo mecánico, con especies latifoliadas de mayor densidad; se aplicó como principio general un tratamiento previo al vapor o químico para ablandar la madera antes del desfibramiento normal, disminuyendo así el peligro de la destrucción de la fibra durante el proceso de desfibración. La aplicación de esos procedimientos, por ejemplo el procedimiento "chemigroundwood" en mezclas de maderas de especies tropicales, es probable que tropiece con dificultades técnicas, aun cuando es posible que lleguen a producirse pastas capaces de reducir la cantidad de pasta química que requiere el papel de diario.

300. Últimamente se han desarrollado diversos procedimientos para producir pastas del tipo mecánico, utilizando un equipo especial. Ejemplo de ellos es la desfibración en molinos de disco o refinados, después de haber ablandado las astillas con un tratamiento químico o al vapor. Uno de ellos, el procedimiento a la soda cáustica fría, es de fácil aplicación, no requiere la inversión de grandes capitales, es de gran rendimiento y rinde un producto de buena resistencia; con algunas especies la pasta resultará oscura y habrá que blanquearla. Este procedimiento tal vez ofrezca posibilidades para la futura producción de papel de diario a base de mezclas de maderas tropicales.

301. La producción de celulosa química para la pasta de papel de diario no ofrece el mismo problema que la fabricación de pasta mecánica. Puede fabricarse una pasta semiblanqueada al sulfato a base de distintas especies de pino, o puede aprovecharse el procedimiento al sulfito con la araucaria, por ejemplo, como ocurre en el Brasil y la Argentina. En la Junta se informó que parte de la pasta química podría hacerse a base de especies latifoliadas o de bagazo.

302. La producción de papel de diario a base de bagazo ha sido técnicamente posible durante mucho tiempo, pero hasta el momento nadie ha podido fabricar con él a precios de competencia papel de diario aceptable y capaz de emplearse en máquinas de alta velocidad. Un nuevo desarrollo —el uso de un procedimiento de prehidrólisis seguido de la cocción semiquímica al sulfito neutro— permitiría realizar con éxito operaciones económicas en determinados países.

303. El progreso técnico de los últimos años ha multiplicado los procedimientos que pueden considerarse para la fabricación de papel de diario y ha ampliado potencialmente el número de materias primas de que ese papel puede hacerse.

304. La variedad de materias primas actualmente aplicables a la elaboración de papel de diario hace necesario un nuevo enfoque del problema; ya no es posible pensar rígidamente en términos de proporciones fijas de las pastas normales. Los países que carecen de las materias primas tradicionales pero que, sin embargo, se ven obligados a desarrollar una industria local de papel de diario, sin duda hallarán una solución examinando las diferentes mezclas de distintas pastas que pueden obtenerse mediante sus propios recursos; algunos países latinoamericanos han encontrado ya esa solución siguiendo ese camino. Al mismo tiempo, debe reconocerse que los recursos de la región y las posibilidades de ampliarlos no han sido estudiados en forma completa, especialmente si se toma en cuenta la complementariedad de recursos de los países vecinos.

305. La Junta apoyó la sugestión de que los países latinoamericanos, estimulando la experimentación, facilitando el intercambio de semillas y aunando experiencias —en especial en lo que respecta a la plantación de coníferas tropicales y subtropicales— se ayuden mutuamente para descubrir las especies que se aclimaten mejor en cada uno de ellos.

306. Sin embargo, no debe pasarse por alto el significado económico que tiene el fomento de la producción de papel de diario. Pocas fábricas de papel de diario en América Latina, ya existentes o en potencia, están en condiciones de operar con éxito comercial, aun dentro del mercado interno, si se encuentran expuestas a la libre competencia del papel de diario extranjero en los mercados que abastecen. Por ello, la política económica de los países latinoamericanos difiere mucho en lo que respecta al papel de diario. Algunos países, al considerar el papel de diario como material esencial, facilitan su importación por medio de tarifas bajas y cotización preferencial de cambios. Entre los países que producen el papel de diario, algunos adoptan medidas para proteger su industria interna (por medio de impuestos sobre ese papel o bien otorgando facilidades a la importación de pasta), en tanto que otros adoptan el criterio de que la producción interna debería poder competir por sus propios méritos con el papel importado.

307. La Junta reconoció que era deseable la iniciación o expansión de la producción de papel de diario en América Latina, tanto por razones culturales como económicas. En algunos países los recursos son tales que el papel de diario puede producirse provechosamente. En otros será difícil producirlo para venderlo a un precio de competencia si no se le concede una protección sustancial.

308. La Junta señaló que lanzarse a una producción de alto costo supondría sacrificios ineludibles para el país que decidiera hacerlo. Si el riesgo merece o no la pena de afrontarse, es cuestión que cada país tendrá que decidir por sí mismo. Las consecuencias económicas más amplias de tal medida deben estudiarse cuidadosamente antes de tomar una decisión al respecto.

9. FINANCIAMIENTO DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA EN AMÉRICA LATINA¹

309. Se prevé que durante los próximos diez años habrá un rápido aumento en las necesidades de papel en América Latina. Para satisfacer esas necesidades serán necesarias cuantiosas inversiones. Sin embargo, como la producción de papel y celulosa no es la única industria o rama de la actividad económica que precisa desarrollarse en la región, cabe preguntar qué orden de prelación debe asignarse a la inversión de capital en este campo.

310. La Junta estimó que existían varios motivos para dar especial consideración a la industria de papel y celulosa. *Primero*, un adecuado consumo de papel forma parte esencial de un nivel de vida razonable; los progresos económicos, el bienestar social, los progresos educativos y culturales exigen un mayor consumo de papel. *Segundo*, una nueva fábrica de papel y celulosa podría en dos años —y en ciertos casos en menos tiempo aún— producir tal cantidad de papel que, si hubiera que importarlo, las correspondientes divisas sobrepasarían quizá a las que se requieren normalmente para instalar dicha fábrica; en otras palabras, la inversión de capital en la industria de papel y celulosa a base de materias primas nacionales significa un gran ahorro de divisas. *Tercero*, un aumento en los suministros internos de papel per-

mite el establecimiento de nuevas industrias transformadoras de papel que constituyen a su vez nuevas fuentes de empleo. *Cuarto*, mediante las inversiones en la industria de papel y celulosa se podrá aprovechar una serie de importantes recursos autóctonos incluyendo fibras no leñosas, tales como el bagazo y la paja. *Quinto*, las inversiones en este terreno posibilitarán el desarrollo de una serie de industrias que utilizan los productos y subproductos derivados de la industria de papel, sobre todo la industria química. Por último, las inversiones en estas industrias facilitarán la creación de otras industrias forestales; en realidad, sólo un desarrollo industrial de esta índole puede asegurar el aprovechamiento económico del gran recurso potencial que representan los bosques latinoamericanos.

311. Por lo tanto, hay razones poderosas para estimular el desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina. Aún en el caso de que sólo se consideren las fibras empleadas tradicionalmente en la fabricación de papel, existen en general, en el conjunto de la región, importantes recursos fibrosos que permiten mantener el desarrollo de la industria y hay, además, en la actualidad, procedimientos técnicos probados que hacen posible la transformación de las vastas reservas de fibras no tradicionales de América Latina. De esta manera el abastecimiento general de materias primas aprovechables no constituye un problema en sí.

312. En cambio, la obtención del capital necesario para financiar este desarrollo plantea un problema difícil. Se estima que, aun cuando se logre un desarrollo económico mínimo, se necesitará para 1965 una inversión anual de 50 millones de dólares aproximadamente para asegurar, sin tener que aumentar las importaciones, un nivel razonable de consumo de papel. Con un desarrollo económico más favorable, será necesario invertir unos 90 millones de dólares anuales. Desde el momento en que alrededor de la mitad de los gastos en que se incurre para el desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina se financian mediante divisas, puede estimarse que se necesitan en divisas entre 25 y 45 millones de dólares por año.

313. A pesar de la cuantía de estas cifras, no deben considerarse desorbitadas. Una inversión anual de 90 millones de dólares sólo corresponde al 1,5 por ciento del promedio total de inversiones latinoamericanas anuales durante el período de postguerra. Una suma de 45 millones de dólares anuales en divisas representa poco más de la mitad del 1 por ciento de las entradas anuales por ese concepto en la región. Debido al dinamismo de la economía latinoamericana, cuya tasa de desarrollo económico es una de las más elevadas del mundo, las metas propuestas no deben considerarse irrealizables.

314. Sin embargo, no basta con insistir ante las naciones industrializadas en su obligación de proporcionar el capital necesario para lograr esta forma de expansión en países menos desarrollados. Tampoco es suficiente enumerar las medidas que deben adoptar los países menos desarrollados para crear un ambiente favorable a la inversión de capitales extranjeros. Ambas consideraciones son de verdadera importancia, pero han sido expresadas en tantas oportunidades y en forma tan concreta —y están al presente tan bien documentadas— que en opinión de la Junta, el análisis de estos temas no constituye la base más fructífera para los debates.

315. Un punto de partida más práctico consiste en estudiar cuáles son las fuentes de capital asequibles y cuál es la naturaleza de las cuestiones sobre las que sería necesario informar a los inversionistas, ya se trate de capital público

¹ Punto VIII del temario.

o privado, nacional o extranjero, antes de que se decidan a emplear su capital para el desarrollo de la industria de papel y celulosa.

316. En lo que respecta a las fuentes de capital, el nacional puede ser privado o público. El último incluye la financiación por medio de bancos de fomento y varias instituciones semificiales, así como por medio de bancos oficiales y centrales. Ocurrirá a menudo que ciertas empresas serán financiadas con fondos de ambas fuentes, y la relativa frecuencia de financiamiento de las empresas públicas, particulares y semiparticulares, dependerá en gran parte de los antecedentes económicos y políticos y de las condiciones imperantes en la nación interesada.

317. Si adquiere ímpetu la tendencia actual de numerosos países latinoamericanos hacia el establecimiento de servicios mediante los cuales puedan venderse al público títulos de empresas industriales, se simplificará mucho la tarea de movilizar el capital nacional privado.

318. La ayuda extranjera que reciban los diversos tipos de compañías mencionadas procederá de diversas fuentes. Puede adoptar la forma de empréstitos o limitarse a un intercambio de servicios financieros. Además del Banco Internacional, que se ocupa en general de préstamos para el desarrollo, casi todos los países productores de maquinaria tienen agencias que otorgan facilidades de crédito para cubrir las ventas de sus empresas nacionales en el extranjero.

319. El capital extranjero, en forma de inversiones directas, puede participar de diversas maneras. La empresa puede ser totalmente de propiedad foránea, o el capital extranjero y el nacional pueden unirse para formar una empresa mixta. En el pasado, las inversiones extranjeras directas han favorecido a las empresas mixtas en que el capital nacional provenía de empresas privadas.

320. Se plantea ante todo la cuestión de si el mercado existente es importante en grado suficiente para garantizar el establecimiento de un nuevo proyecto de celulosa y papel. Dos de las repúblicas latinoamericanas tienen una población que no alcanza al millón de habitantes, y otras varias cuentan con menos de tres millones y medio. Antes de decidirse respecto a una inversión en los pequeños países latinoamericanos es indudable que los inversionistas desearán asegurarse de las posibilidades del mercado, e inclusive de las perspectivas de exportación que les garantice cualquier nuevo desarrollo.

321. El criterio adoptado por el Banco Internacional al decidir acerca de la concesión a Chile de un empréstito de 20 millones de dólares para el único proyecto de celulosa y papel que hasta ahora ha recibido ayuda extranjera de una institución de préstamos internacionales, pone de manifiesto los puntos respecto a los cuales es necesario dar seguridad a los inversionistas. Se trata de las normas siguientes:

a) adecuada presentación y justificación del proyecto, con una especificación clara y detallada en lo que se refiere a costos; esta presentación será preparada por personas de absoluta competencia en la materia o por agencias especializadas en esta clase de trabajos y con experiencia en papel y celulosa;

b) pruebas acerca del valor del proyecto para la economía del país en lo que respecta a la utilización de recursos naturales locales y el mejoramiento de la situación del mercado de cambios, tanto a través de ahorros en divisas como de ganancias provenientes de las exportaciones;

c) pruebas convincentes de que el personal administrativo de que se dispone es competente y experimentado;

d) prueba de que se cuenta con amplias fuentes de materia prima y de un plan para su administración a base de rendimientos sostenidos;

e) estudios del mercado local y de las perspectivas de desarrollo futuro que demuestren que es capaz de absorber una proporción importante de la producción de la fábrica;

f) un análisis indicativo de los costos de producción a precios de competencia en los mercados previstos;

g) que el margen de los cálculos presentados sea lo bastante amplio para que —aun cuando la demanda local y las ventas en el mercado extranjero no alcancen al grado de desarrollo previsto— la empresa pueda amortizar los préstamos y obtener al mismo tiempo buenas utilidades;

h) pruebas de ofertas concretas para la compra de acciones comunes en el mercado local;

i) en el caso particular de Chile, el Banco se impresionó favorablemente por el hecho de que la garantía de reembolso ofrecida por la Corporación de Fomento de la Producción no requirió el voto favorable del consejo de administración de la empresa respectiva.

322. No es éste necesariamente el criterio que el Banco adoptaría en casos similares; ni debe suponerse que si se cumplen todos los puntos mencionados se acoga favorablemente una solicitud de préstamos en el futuro. Pero es innegable que respecto de cualquier forma de capital que se pretenda invertir en celulosa y papel habrá que tener seguridades acerca de la mayoría de esos puntos y quizás de algunos otros. Por lo tanto, ese criterio puede servir como guía general para los patrocinadores de otros proyectos en busca de capital. Evidentemente habrá menos razones para insistir en la posibilidad de competencia en los mercados extranjeros si se trata de un proyecto cuya producción total puede ser absorbida en el mercado local. En tal caso bastará la seguridad de que el producto compita con éxito con los de otros proyectos que puedan establecerse dentro del país interesado, o con productos importados que pudieran colocarse en la zona con arreglo a una política proteccionista razonable.

323. La función limitada que desempeña el Banco Internacional en el desarrollo de papel y celulosa en América Latina deriva de la constitución y modo de operación del mismo. Para la expansión de sus fondos de préstamos, el Banco está supeditado a las posibilidades de que disponga para colocar sus títulos en el mercado. Como sus estatutos exigen una garantía gubernamental, se ha considerado eliminado del tipo de financiación que generalmente utilizan las compañías privadas en los casos en que la garantía gubernamental tiende a menoscabar la iniciativa de las empresas particulares.

324. Sin embargo, las propuestas recientes para el establecimiento de instituciones internacionales de inversión podrían satisfacer la necesidad que sin duda existe en la actualidad. La primera se refiere a la creación de una Corporación Financiera Internacional patrocinada por el Banco Internacional, que estará autorizada para efectuar inversiones en acciones comunes y/o empréstitos sin garantía gubernamental a empresas privadas, tanto en la industria como en la agricultura, en las zonas menos desarrolladas. La segunda es la propuesta que será presentada a la Conferencia de Río de Janeiro por un grupo de economistas latinoamericanos que se han reunido recientemente a invitación de la CEPAL. La idea básica de esta segunda propuesta es que un Fondo Interamericano de Desarrollo Industrial, Agrícola y Minero efectúe préstamos a institu-

ciones financieras públicas o privadas, que prestarían a su vez a empresas particulares de acuerdo con las condiciones preestablecidas entre los bancos de cada país y el Fondo. Es indudable que existe la necesidad de crear alguna institución que permita a las empresas privadas un acceso más directo a los servicios internacionales de préstamo.

325. Como en la instalación de fábricas de papel y celulosa el 50 por ciento de la inversión total necesaria normalmente corresponde a maquinaria, la instalación de una fábrica supone una inversión considerable en divisas. En cuanto a las partes del equipo que se puedan adquirir dentro del país —y en algunos países latinoamericanos existen, según parece, facilidades para producir por lo menos parte del equipo— deben considerarse todas las posibilidades de adquirirlas en la región, a fin de reducir el monto de las divisas necesarias. La fuente extranjera más importante que para su financiamiento ha tenido hasta ahora el desarrollo latinoamericano de papel y celulosa han sido los créditos a plazos moderados ofrecidos por los países exportadores de maquinaria, y es de esperar que esta fuente de crédito no sólo continúe sino que aumente en importancia. En los últimos años la competencia de los exportadores se ha basado en parte en las facilidades de crédito que han podido ofrecer, aunque se observa la tendencia a abreviar la diferencia existente en las facilidades de crédito ofrecidas por los distintos países exportadores. Esto permitirá que los países compradores aumenten su campo de elección al realizar sus compras y tomen en cuenta precios y conveniencias del equipo. Por supuesto que, a menos que se establezca la convertibilidad monetaria general, la disponibilidad de determinadas divisas seguirá siendo el factor más importante en la selección.

326. A continuación la Junta pasó a considerar las posibilidades de participación del capital extranjero, mediante inversiones directas, en la expansión de la industria de papel y celulosa en América Latina. Se insistió en que para atraer ese capital debía ofrecerse la seguridad de que el proyecto no ofrecía riesgo anormal alguno desde el punto de vista comercial; también debía estarse seguro de que las condiciones generales vigentes en la región en que debe ubicarse el proyecto son tales que se pueda esperar que la empresa opere con éxito, y que no se producirán dificultades para la remesa de utilidades ni, a la larga, para la repatriación del capital. El capital extranjero sólo será atraído a la región que le ofrezca mejores perspectivas.

327. Como las inversiones extranjeras suponen normalmente la participación en la administración y control de una sociedad, con ellas se obtendrá una gran experiencia en administración y tecnología. Otra ventaja importante de esta forma de financiamiento, con respecto a los préstamos, es que el capital por acciones comparte los riesgos de la empresa y no espera utilidades, en moneda nacional o extranjera, a menos que la empresa tenga éxito.

328. Aunque es concebible que existan algunos proyectos totalmente financiados con capital extranjero, se observa cada vez más la tendencia conveniente hacia el establecimiento de empresas mixtas. En realidad, si el capital local no desempeña una función importante, es probable que el capital extranjero no se incline a participar en la empresa. No podrá producirse ninguna expansión significativa en la industria latinoamericana de papel y celulosa a menos que el capital nacional esté dispuesto a tomar la iniciativa.

329. Uno de los primeros requisitos que exige cualquier inversionista, nacional o extranjero, es un informe detallado y un examen del proyecto. Cada aspecto de las operaciones

futuras y de las perspectivas comerciales deberá ser objeto de estudios técnicos y económicos. La realización de estas investigaciones tomará por lo menos un año, y tal vez varios si se requieren estudios detenidos para determinar si son adecuados los suministros de materias primas. El grupo que proyecta la ejecución del proyecto, deberá estar dispuesto a suscribir los grandes gastos inherentes a estas esenciales investigaciones preliminares. Los propietarios o eventuales propietarios y ejecutores del proyecto tienen la obligación de presentar estos informes técnicos y económicos a la atención de las instituciones financieras en la forma habitualmente requerida para su consideración. Si las investigaciones han sido suficientemente completas y permiten formular conclusiones satisfactorias y si los inversionistas extranjeros quedan también satisfechos en cuanto a los puntos de carácter más general que hayan sido mencionados, ha de ser posible conseguir el capital necesario.

330. La Junta escuchó con interés un informe de la American Paper and Pulp Association en el que se ofrecen los servicios de dicha sociedad a cualquier grupo de la industria latinoamericana que desee hacer uso de ellos para la ejecución de sus programas de desarrollo. Se prevé el ofrecimiento de una cooperación similar de las industrias de celulosa y papel radicadas en otros países.

331. Debido a diversas causas, la afluencia principal de capitales de inversión para diversos propósitos en América Latina, desde antes de la guerra, ha provenido de los Estados Unidos; estos capitales han llegado a un promedio neto de cerca de 250.000 millones de dólares anuales durante los últimos ocho años. Los informes de los expertos europeos indican que las limitaciones impuestas por las circunstancias de postguerra a la afluencia de fondos de inversión dirigida al exterior se estaban eliminando en forma paulatina. Se puede prever que pronto el capital europeo estará en condiciones de colaborar en la expansión latinoamericana. Debe subrayarse, sin embargo, que el interés demostrado en estos continentes conducirá a una inversión directa en la industria de la celulosa y del papel en América Latina sólo en la medida en que los nuevos proyectos logren satisfacer los rigurosos criterios expuestos precedentemente en este trabajo.

332. La Junta estima que la expansión de la capacidad de celulosa y papel en América Latina no constituye una amenaza para los intereses de las naciones tradicionalmente exportadoras. Opina, más bien, que el gran consumo potencial de la región ha de requerir importaciones continuas paralelamente al rápido desarrollo de la producción local. La Junta ha expresado su satisfacción por la labor que han llevado a cabo los organismos de las Naciones Unidas —en especial los que han patrocinado esta reunión— para fomentar, por medio de estudios e investigaciones realizadas en virtud del Programa Ampliado de Asistencia Técnica, el desarrollo de la industria de la celulosa y el papel en América Latina.

333. La Junta llegó a las siguientes conclusiones:

1. *El desarrollo de la industria del papel y la celulosa en América Latina es de vital necesidad. Todo indica que serán provechosas las inversiones bien colocadas en este terreno. Por una serie de razones diversas es ésta una industria en que la inversión de capital interno y extranjero ofrece ventajas sobre lo que puede obtenerse en otra que opere aisladamente.*

2. *Para asegurar este desarrollo industrial tan necesario, es preciso estimular la corriente de capital interno en una medida que cubra por lo menos los gastos de inversión*

locales, el capital de trabajo necesario y el imprescindible pago inicial de maquinaria extranjera. Del mismo modo existe la necesidad de promover una corriente de capital extranjero para financiar la adquisición de maquinaria y para la contratación de aquellos servicios técnicos que deben ser traídos del extranjero.

3. Existen varias formas para financiar este desarrollo, incluyendo préstamos a largo plazo concedidos por agencias de financiación internacionales, créditos a plazo medio para compra de maquinaria e inversiones directas tanto de capital local como extranjero. Los proyectos deben ser cuidadosamente estudiados a fin de comprobar que son un buen negocio y que el ambiente para la inversión es favorable dentro de la zona elegida.

4. La Junta consideró que se debía señalar a la atención de los gobiernos latinoamericanos la función especial que pueden desempeñar las industrias de papel y celulosa en el desarrollo económico y cultural en general, y por lo tanto la necesidad de a) conceder prelación a estas industrias al elaborar planes de desarrollo; b) asegurar que estos planes se documentan y preparan cuidadosamente con objeto de establecer el orden de viabilidad de proyectos potenciales en función de sus perspectivas de satisfacer, en la forma más

económica y efectiva posible, las necesidades de los países latinoamericanos, tanto en su conjunto como aisladamente; c) movilizar capital local y facilitar la afluencia del capital internacional con objeto de conseguir esta expansión.

5. La Junta consideró que, como el suministro adecuado e ininterrumpido de materia prima es fundamental para el desarrollo industrial previsto, los gobiernos latinoamericanos deberían tomar medidas a fin de establecer o mejorar los plazos de los créditos para forestación e industrialización.

6. Parte del desarrollo supondría gastos de "colonización" tan elevados que inhibirían las inversiones privadas si se cargaran como costos de inversión en las operaciones de producción de papel. La Junta consideró que en los casos en que puede presumirse que la expansión de este tipo es de interés público, las autoridades nacionales deberían proveer servicios sociales básicos.

7. La Junta manifestó su deseo de que las conclusiones a que se había llegado fuesen puestas en conocimiento de los bancos e instituciones financieras que pudiesen interesarse, a fin de señalar a aquellos que tienen negocios en América Latina la conveniencia de adoptar todas las medidas necesarias para facilitar a) el financiamiento de las ventas de maquinaria y b) la exportación de capital privado.

IV. Resumen de recomendaciones

334. La Junta, a través de sus diversos comités y en sesión plenaria hizo suyas las recomendaciones consignadas a continuación y clasificadas según los puntos del temario en que se decidió hacerlo. Esas recomendaciones, ya consignadas en los textos de la sección III de este informe, se transcriben literalmente en los párrafos siguientes añadiendo al final la recomendación sobre asistencia técnica, investigación y capacitación, que fué preparada por un subcomité especial designado para ello por la Junta.

I. BOSQUES TROPICALES

335. Hay gran necesidad de realizar investigaciones continuas y sistemáticas en todos los campos de la utilización de bosques y de la silvicultura tropical y subtropical, así como de que los resultados obtenidos en diversas partes del mundo sean dados a conocer por las organizaciones internacionales interesadas en la silvicultura y a través de arreglos bilaterales. Por lo que se refiere a las cuestiones de silvicultura o a problemas de utilización, se espera que la FAO pueda compilar y publicar la información pertinente que se obtenga de fuentes autorizadas. El establecimiento de un centro latinoamericano de investigaciones podría representar una valiosa aportación al desarrollo de la industria de papel y celulosa en este continente. Cualquier esfuerzo que se haga en este sentido sería muy ventajoso tanto para los gobiernos interesados como para la industria.

336. Cualquier proyecto para el establecimiento de una fábrica en una zona no desarrollada, especialmente si se basa en una materia prima no tradicional, requiere no sólo un minucioso análisis de todos los factores relativos al costo, sino también investigaciones técnicas que suponen considerables gastos. Esta inversión de capital es imperativa, sobre todo en el caso de nuevos procedimientos o técnicas de elaboración. La asistencia técnica, por intermedio de organismos internacionales, podría ofrecer alguna ayuda relacionada con las investigaciones preliminares esenciales.

2. OTROS RECURSOS FORESTALES

337. Para favorecer el desarrollo de las plantaciones forestales y para permitir que ese desarrollo se lleve a cabo en forma racional y provechosa para la industria de papel y celulosa de América Latina y, sin pasar por alto las grandes plantaciones que se realizan, la Junta recomendó que las organizaciones interesadas adopten las siguientes medidas:

1. Realizar en las diversas estaciones forestales experimentales de la América Latina, estudios sistemáticos sobre las posibilidades de introducir especies exóticas de rápido crecimiento y susceptibles de interesar a la industria de papel y celulosa;

2. Hacer en esas mismas estaciones estudios sistemáticos y comparativos sobre las diversas condiciones de establecimiento y tratamiento de plantaciones forestales a base de especies autóctonas o exóticas ya introducidas o que es interesante introducir;

3. Llevar a cabo en laboratorios especializados estudios relativos a los productos de las plantaciones. Esos estudios de la aptitud de la madera para su conversión en celulosa y, sobre todo, en torno de la calidad de las pastas así obtenidas, se efectuarían no sólo sobre las maderas sino también sobre cada una de las especies en particular, y según las condiciones de crecimiento y los métodos de tratamiento de la plantación. Sería especialmente aconsejable recoger informaciones sobre las relaciones entre la rapidez de crecimiento y el valor papelero del producto, en cada una de las especies existentes.

338. La Oficina Forestal Regional de la FAO debería reunir los resultados de estos estudios, así como de los similares emprendidos en otras regiones del mundo, de parecidas características, analizarlos y después difundirlos entre los países y organismos interesados.

339. La Junta sugirió que se aumenten los servicios de la Oficina Forestal Regional, que ha emprendido ya activi-

dades en esta materia, a fin de que puedan asegurar el intercambio o los envíos gratuitos de muestras de semillas de especies forestales para experimentación y pruebas de introducción.

340. Finalmente, la Junta recomendó también a la FAO que insista ante los gobiernos en el sentido de que se concedan todas las facilidades posibles tanto a los servicios públicos como a las empresas particulares, con miras a la obtención, compra o intercambio de semillas destinadas a la ejecución de trabajos en mayor escala. En lo que toca a los bosques naturales de las zonas templadas de América Latina, la Junta estimó, de manera general, que es económicamente posible su aprovechamiento, con el fin de satisfacer necesidades de la industria papelera, si bien en ciertos casos se presentan aspectos delicados a los que deben prestar atención los técnicos y los gobiernos.

3. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO

341. De las perspectivas que ofrecen los distintos países se desprende que no existen suficientes proyectos para satisfacer la demanda de papel de diario, aunque en todos ellos se comprende la importancia que debe darse a este tipo de desarrollo. Aparte de las dificultades tecnológicas, hay problemas de otro orden —principalmente económico y de política gubernamental— que han hecho que los proyectos actuales se orienten más bien hacia la producción de papeles distintos del de diario. Sin embargo, las ideas expresadas por los participantes indicaron que es urgente conciliar el interés de desarrollar la producción de papel de diario con objeto de ahorrar divisas y complementar la industrialización, con la necesidad de que los países cuenten con una fuente permanente de abastecimiento de este producto, y a precios lo suficientemente bajos como para favorecer su desarrollo cultural. Es de gran importancia que los gobiernos hagan un esfuerzo por realizar esta conciliación estimulando el establecimiento de fábricas de papel de diario.

342. Debido a que las características de la materia prima varían de un país a otro, es lógico esperar que se tienda en el desarrollo industrial papelero hacia especializaciones por países, en lo que se refiere a tipos de pasta y aun a tipos específicos de papeles. Por otra parte, el mercado nacional de productos papeleros es demasiado pequeño en la mayoría de los países para absorber la producción de fábricas de gran tamaño que se especialicen en determinado tipo de pasta y en un número limitado de clases de papel. Si se consideran conjuntamente, estas dos condiciones llevan a concluir que es necesario y deseable promover una complementación intraregional en materia de mercados.

343. En la discusión se puso también de manifiesto la necesidad de someter todos los proyectos de desarrollo a un detenido examen con el fin de valorar en la forma más precisa posible sus características económicas y técnicas y su verdadera contribución al crecimiento económico general del país considerado.

4. FINANCIAMIENTO

344. La Junta consideró que se debía señalar a la atención de los gobiernos latinoamericanos la función especial que pueden desempeñar las industrias de papel y celulosa en el desarrollo económico y cultural en general, y por lo tanto la necesidad de a) conceder prelación a estas industrias al elaborar planes de desarrollo; b) asegurar que estos planes se documentan y preparan cuidadosamente con objeto de establecer el orden de viabilidad de proyectos potenciales

en función de sus perspectivas de satisfacer, en la forma más económica y efectiva posible, las necesidades de los países latinoamericanos, tanto en su conjunto como aisladamente; c) movilizar capital local y facilitar la afluencia del capital internacional con objeto de conseguir esta expansión.

345. La Junta consideró que, como el suministro adecuado e ininterrumpido de materia prima es fundamental para el desarrollo industrial previsto, los gobiernos latinoamericanos debían tomar medidas a fin de establecer o mejorar los plazos de los créditos para forestación e industrialización.

346. Parte del desarrollo supondría gastos de "colonización" tan elevados que inhibirían las inversiones privadas si se cargaran como costos de inversión en las operaciones de producción de papel. La Junta consideró que en los casos en que puede presumirse que la expansión de este tipo es de interés público, las autoridades nacionales deberían proveer servicios sociales básicos.

347. La Junta manifestó su deseo de que las conclusiones a que se había llegado fuesen puestas en conocimiento de los bancos e instituciones financieras que pudiesen interesarse, a fin de señalar a aquéllos que tienen negocios en América Latina la conveniencia de adoptar todas las medidas necesarias para facilitar a) el financiamiento de las ventas de maquinaria y b) la exportación de capital privado.

5. ASISTENCIA TÉCNICA, INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN¹

A

348. La iniciación y el desarrollo de una nueva producción de papel y celulosa sobre bases económicas y técnicas firmes requiere, en los países latinoamericanos, asesoramiento adecuado y asistencia técnica directa que aún no puede obtenerse de las organizaciones existentes o de fuentes locales. Esto se aplica en términos generales a los campos de administración forestal y a la tecnología de los productos forestales.

349. Quedó claramente demostrado durante las deliberaciones de la Junta que muchas personas que se interesan en el desarrollo de la industria del papel y celulosa en América Latina, así como representantes de los gobiernos de países latinoamericanos, necesitan asesoramiento en la materia. Asimismo, se puso de manifiesto que la gran escasez de personal técnico capacitado para ejercer funciones supervisoras y de administración, ha constituido un grave obstáculo para el progreso de las industrias en explotación e, indudablemente, ha de constituir una dificultad para la instalación de nuevas industrias. Se estimó que debieran tomarse medidas para remediar esta escasez, así como para impedir que ella continúe en el futuro.

350. De los debates de la Junta surgió la idea de que sería económicamente conveniente asegurar la cooperación regional y la programación de las actividades oficiales y privadas de investigación y capacitación. Esta coordinación es técnicamente necesaria, según parece, para las operaciones de orden económico. Se opinó que es necesario asegurar la concentración de esfuerzos en el plano regional, especialmente

¹ Recomendación preparada por un subcomité especial compuesto por los siguientes expertos: H. K. Collinge (Canadá), Director de debates; E. Gagliardi, H. Giertz, J. A. Hall, J. C. Leone, H. Thielen y J. von Bergen.

por lo que toca a la investigación y a la capacitación del personal.

351. En el curso de numerosas discusiones, se hizo evidente que los conocimientos relativos a la producción racional de las diversas materias primas latinoamericanas y sus posibilidades y condiciones técnicas de transformación eran inadecuadas en muchos casos. Se llegó a la conclusión de que debe persistirse en las investigaciones forestales y tecnológicas, intensificarlas y organizarlas. (Se señaló el valor para cada país de preparar y aplicar un programa nacional de investigaciones.) No obstante, un organismo de interés común podría efectuar algunos de estos trabajos de investigación en el plano regional. Esta posibilidad se convierte en una necesidad cuando se trata de investigaciones largas y costosas que exigen el empleo de equipo perfeccionado y los servicios de técnicos muy calificados.

352. En suma, para evitar la duplicación de actividades y esfuerzos inútiles, es conveniente coordinar las investigaciones nacionales y regionales, y que cada uno de los países u organismos interesados se mantenga al corriente de los resultados de las investigaciones y trabajos realizados en ese terreno en cualquier otra parte.

353. Habiendo sido informada del proyecto de creación de un Instituto Latinoamericano de Investigaciones y de Capacitación Forestal, así como de las actividades y estudios emprendidos por la FAO para llevarlo a la práctica, la Junta encareció a los gobiernos de los países latinoamericanos interesados en ese proyecto y a los organismos internacionales y programas bilaterales de asistencia, así como a todos los organismos públicos o privados susceptibles de intervenir, que den efecto pleno y en forma tan rápida como sea posible a la recomendación aprobada oficialmente en la cuarta reunión de la Comisión Forestal Latinoamericana de la FAO (Buenos Aires, 1952).

354. La Junta apoyó decididamente las conclusiones de la Conferencia de Buenos Aires, e instó en especial a que se preste urgente y adecuada atención a la creación de medios de investigación en el campo de la fabricación de papel y celulosa, así como en las ramas afines sobre aspectos prácticos de la investigación silvícola y de la producción forestal.

355. La Junta recomendó especialmente que, como parte del Instituto Latinoamericano de Investigaciones y de Capacitación Forestal, se establezcan medios apropiados para capacitar convenientemente al personal de supervisión y técnico, no sólo en el campo de la tecnología del papel y la celulosa, sino en todas las importantes ramas afines de la tecnología de los productos forestales. La Junta recomendó asimismo con todo interés que, al crearse una institución central de esta clase, se mantenga la máxima cooperación con las ya existentes en América Latina para la enseñanza de la ingeniería y las ciencias aplicadas.

356. Se recomendó también que una institución de esa índole trate de establecer convenios de cooperación con instituciones similares en todo el mundo. Además, se insistió de manera especial en que la institución citada no debiera tratar de reemplazar sino de complementar los métodos de enseñanza basados en becas y experiencia técnica directa

en otras partes del mundo. Debiera asimismo estar preparada para prestar ayuda y asesoramiento en materia de capacitación avanzada de esta naturaleza.

B

357. La Junta señaló a los encargados de los diversos programas de asistencia técnica la importancia que deben conceder a esos problemas dentro del cuadro general del desarrollo económico de este continente. Asimismo, aconsejó a los gobiernos que utilicen esta asistencia técnica todo lo posible, en especial durante las fases preliminares de la preparación de proyectos concretos de desarrollo, y también recomendó encarecidamente que los gobiernos, al formular sus solicitudes, tomen en consideración las necesidades especiales de las empresas existentes y de los grupos que tienen a su cargo nuevos proyectos.

C

358. Para coordinar esas actividades en su conjunto, la Junta consideró que sería necesario poner en breve a disposición de los países latinoamericanos y durante un período suficiente, un grupo de especialistas.

359. En el período inicial ese grupo comprendería uno o varios expertos en problemas industriales y uno o varios especialistas en los aspectos económicos de la fabricación de celulosa y papel.

360. En opinión de la Junta, esos servicios podrían facilitarse a través del Programa Ampliado de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, que, dentro del marco de un proyecto regional conjunto de FAO/CEPAL/AAT para el desarrollo de la producción de celulosa y papel en América Latina, designaría esos técnicos y les proporcionaría los medios de trabajo necesarios.

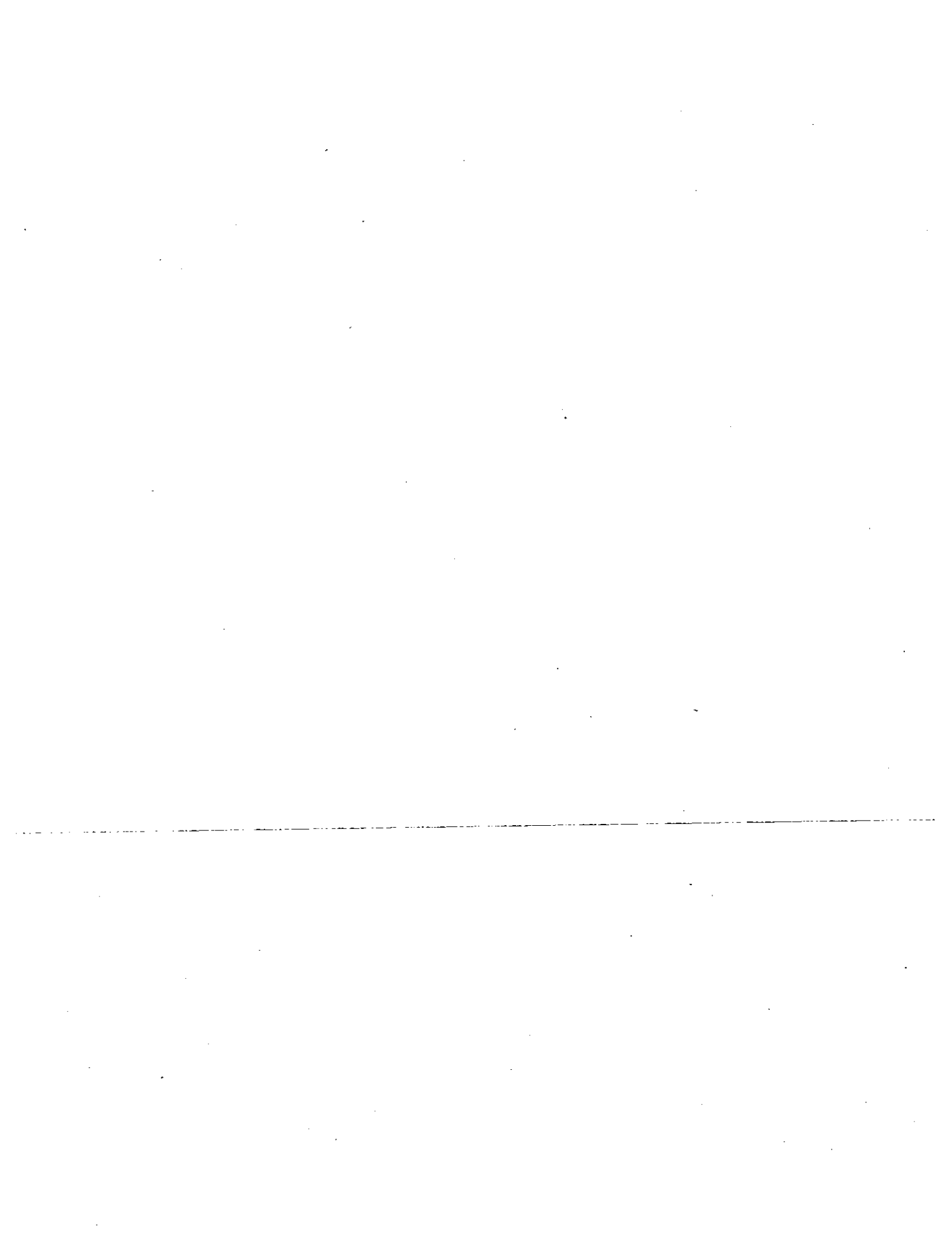
361. Por lo tanto, la Junta recomendó a los gobiernos que realicen todas las gestiones necesarias en colaboración con las organizaciones internacionales interesadas.

362. Sugirió especialmente que en el curso de las asambleas y consejos de esas organizaciones, los gobiernos se esfuerzen en hacer aprobar las recomendaciones indispensables para la adopción de tal proyecto regional, recomendaciones que les permitirían luego formular peticiones conjuntas ante la Comisión Económica para América Latina, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Administración de Asistencia Técnica.

363. Por último, la Junta recomendó a los diversos organismos encargados de preparar los programas de asistencia técnica que otorguen a este proyecto la prelación que merece, dada la necesidad y la importancia de desarrollar la producción de papel y celulosa en este continente.

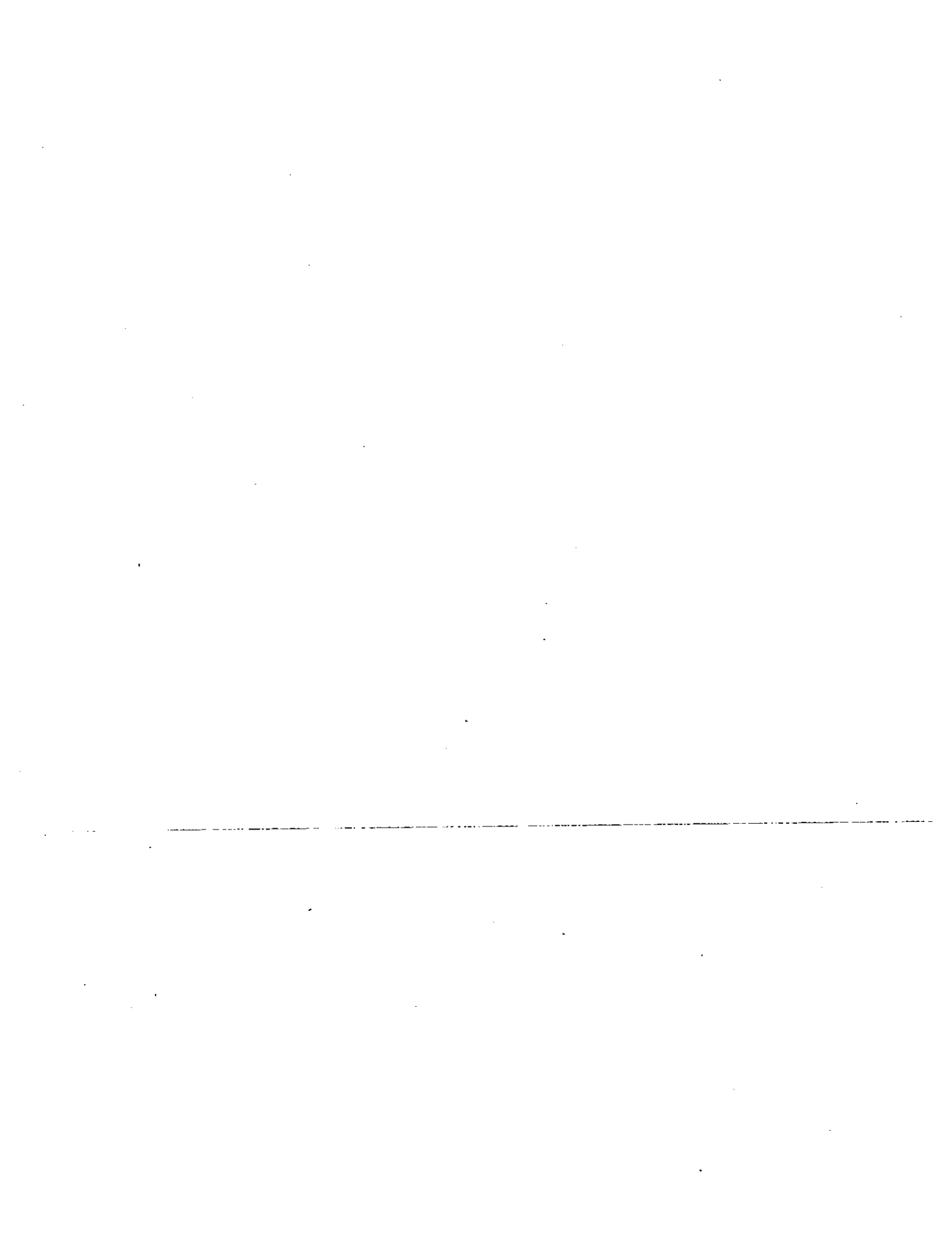
D

364. En la última sesión plenaria, los expertos recomendaron que se señale a la atención de las organizaciones internacionales interesadas la conveniencia de convocar —en alguna fecha futura— una segunda Junta de Expertos en Papel y Celulosa, con objeto de informar sobre el progreso alcanzado y considerar problemas especiales.



SEGUNDA PARTE

TRABAJOS TECNICOS PRESENTADOS A LA JUNTA



TRABAJOS TECNICOS PRESENTADOS A LA JUNTA *

Simbolo del
documento
ST./ECLA/CONF.
3/L.

Titulo

Autor

Pág.

I. INTRODUCCION

II. CONSUMO, PRODUCCION Y COMERCIO DE PAPEL Y CELULOSA EN AMERICA LATINA

2.0	<i>Consumo, producción y comercio de papel y celulosa en América Latina</i>	Documento de la Secretaría	43
2.1	<i>Papel de imprenta y de escribir. Cálculo aproximado de la demanda en 1955, 1960 y 1965</i>	Unidad de Investigaciones de <i>The Economist</i> , de Londres	59
2.2	<i>Tendencias del consumo de papeles y cartonas industriales y de envoltura y empaque</i>	LOUIS T. STEVENSON, economista de la firma Tucker, Anthony & Co. (Estados Unidos)	61
2.4	<i>Tendencias mundiales del consumo de papel de diario, otros papeles de imprenta y papel de escribir</i>	Secretaría de la UNESCO	63

III. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE MADERAS TROPICALES Y SUBTROPICALES

3.0	<i>Aspectos económicos de la fabricación de papel y celulosa a base de maderas tropicales y subtropicales</i>	Documento de la Secretaría	69
3.01	<i>Maderas de especies latifoliadas tropicales y subtropicales como fuente de papel y celulosa en América Latina</i>	Documento de la Secretaría	72
3.02	<i>Amapá y Yucatán. Estudio de fábricas hipotéticas de papel y celulosa a base de mezclas de maderas tropicales</i>	Documento de la Secretaría	77
3.03	<i>Tamaño, integración y ubicación de la fábrica. Estudio de costos de producción e inversiones en fábricas hipotéticas de papel y celulosa</i>	Documento de la Secretaría	157
3.04	<i>Aspectos forestales del planeamiento de fábricas de papel y celulosa en las regiones forestales</i>	Documento de la Secretaría	168
3.1	<i>Influencia del tamaño de la fábrica y de la integración sobre la inversión y el costo de elaboración de papel y celulosa</i>	Karlstads Mekaniska Werkstad A. B. (Suecia)	172
3.2	<i>Estudio de las condiciones locales para la instalación de industrias de papel y celulosa en las regiones tropicales</i>	Centre de Recherches et d'Etudes pour l'Industrie de la Cellulose et du Papier (Francia)	181
3.3	<i>Inventarios forestales en las regiones tropicales</i>	DAMMIS HEINSDIJK, del Departamento Forestal de Surinam y Miembro de la Misión Forestal de la FAO en el Brasil, con la colaboración de K. P. McGRATH	183
3.4	<i>Anteproyectos de fábricas de papel y celulosa y de sus servicios auxiliares en las regiones tropicales</i>	Centre de Recherches et d'Etudes pour l'Industrie de la Cellulose et du Papier (Francia)	187

* En esta relación se han conservado los simbolos originales de los documentos publicados con el fin de facilitar su consulta.

Símbolo del documento ST./ECLA/CONF. 3/L.	Título	Autor	Pág.
3.5	<i>Extracción y transporte de madera en las regiones tropicales</i>	PIERRE ALLOUARD, Centre Technique Forestier Tropical (Francia)	189
3.6	<i>Disponibilidad económica de materias primas para papel y celulosa en los bosques higrofiticos de América Latina</i>	ORLANDO A. D'ADAMO, Director de Bosques Ordenados S. A. (Argentina)	192
3.7	<i>Madera para papel obtenida del cetico (Cecropia) peruano</i>	Banco de Fomento Agropecuario del Perú	193
3.8	<i>Fabricación de pasta con maderas latinoamericanas</i>	G. H. CHIDESTER, Jefe de la División de Celulosa y Papel, y E. R. SCHAFER, Ingeniero Químico, Forest Products Laboratory, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Madison (Estados Unidos)	195
3.9	<i>La técnica de la fabricación de celulosa a base de mezclas de maderas tropicales</i>	Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale (Francia)	204
3.10	<i>Resultados preliminares de la investigación sobre las características papeleras de especies tropicales y subtropicales brasileñas</i>	L. RYS, A. BOENISCH, W. OVERBECK y H. SCHWARZ, Industrias Klabin do Paraná de Celulose, S. A. (Brasil)	206
3.11	<i>Elaboración de celulosa a base de cetico (Cecropia) peruano para fabricar papel de diario</i>	BATINEYRET (Batignolles-Chatillon y Ateliers Neyret Beylier, ambos de Francia) ¹	218
3.12	<i>Aspectos económicos de la producción de papel de diario</i>	P. R. SANDWELL, Presidente, Sandwell & Co. Ltd. (Canadá)	220
3.13	<i>El empleo, en la fabricación de papel de diario, de pasta blanqueada a la soda cáustica fría derivada de ciertas mezclas de especies latifoliadas latinoamericanas</i>	G. H. CHIDESTER, Jefe de la División de Celulosa y Papel y K. J. BROWN, Ingeniero Químico del Forest Products Laboratory, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Madison (Estados Unidos)	227
3.14	<i>Aspectos económicos de la integración de la industria de papel y celulosa con otras industrias forestales</i>	J. A. HALL, Director del Forest Products Laboratory, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Madison (Estados Unidos)	234
3.15	<i>La Amazonia y la industria del papel</i>	A. DE MIRANDA BASTOS, del Gobierno del Territorio de Amapá y de la Superintendencia do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (Brasil)	239
3.16	<i>Posibilidades de producir celulosa y papel con maderas del Alto Paraná (Paraguay)</i>	E. B. HAMILL, Instituto de Asuntos Interamericanos (Foreign Operations Administration)	240

IV. ASPECTOS DE LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE OTROS RECURSOS FORESTALES EN AMERICA LATINA

4.0	<i>Otros recursos forestales de América Latina como fuentes de materia prima para la fabricación de papel y celulosa</i>	Documento de la Secretaría	245
4.2	<i>La experiencia mexicana en plantaciones de coníferas para papel y celulosa</i>	HANS LENZ, Director de las Fábricas de Papel de Loreto y Peña Pobre (México)	253
4.3	<i>Madera para papel obtenida de salicáceas del delta del Paraná</i>	ENRIQUE G. VALENTE, Bosques Ordenados, S. A. (Argentina)	255
4.4	<i>El cultivo de eucalipto en el Estado de São Paulo</i>	ARMANDO NAVARRO SAMPAIO, Jefe del Servicio Forestal de la Companhia Paulista de Estradas de Ferro (Brasil)	256

¹ Este trabajo —así como el 3.12 y el 3.13— se discutió en el punto IX del temario, dedicado especialmente al papel de diario y sus problemas.

Símbolo del documento ST./ECLA/CONF. 3/L.	Título	Autor	Pág.
4.5	<i>Madera para papel obtenida de plantaciones de coníferas exóticas en el delta del Paraná</i>	LAMBERTO GOLFARI, Servicio Forestal, Celulosa Argentina, S. A. (Argentina)	264
4.6	<i>Acción forestal del gobierno de la Argentina para incrementar la fabricación de papel y celulosa</i>	Administración Nacional de Bosques del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación (Argentina)	267
4.7	<i>La experiencia sudafricana en la plantación de especies exóticas</i>	N. L. KING, Rand Mining Timber Co. Ltd. (Union Sudafricana)	274
4.8	<i>Elaboración de celulosa y pasta mecánica de sauce, sauce-álamo y álamo</i>	Celulosa Argentina, S. A. (Argentina)	277
4.9	<i>Fabricación de papel y celulosa de eucalipto en Australia</i>	R. B. JEFFREYS, Director Técnico, Australian Paper Manufacturers Ltd. (Australia)	280
4.10	<i>Aprovechamiento de las hojas de Trithrinax campestris (palma, palmera, caranday) como materia prima papelerá</i>	WALTER GINZEL, Dirección General de Industrias de Córdoba (Argentina)	289

V. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

5.0	<i>Bagazo de caña de azúcar como materia prima para papel y celulosa</i>	Documento de la Secretaría con la colaboración especial del Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba	293
5.1	<i>Fabricación de celulosa a base de bagazo, con especial referencia al procedimiento mecanoquímico</i>	E. C. LATHROP y S. I. ARONOVSKY, Northern Utilization Research Branch, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Peoria, Estados Unidos)	338
5.2	<i>Factores económicos y de otra índole que deben considerarse al aprovechar el bagazo como materia prima para la fabricación de papel y cartón</i>	E. C. LATHROP, Northern Utilization Research Branch, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Peoria, Estados Unidos)	359
5.3	<i>Aborro de bagazo para la fabricación de papel. Consideraciones térmicas</i>	Cellulose Development Corporation Ltd., John Thompson Water Tube Boilers Ltd., y algunos fabricantes de azúcar y de equipo azucarero (Reino Unido)	372
5.4	<i>Aborro de bagazo por el mejoramiento de los sistemas de combustión</i>	G. RANWEZ, Mellor Goodwin, S. A. (Argentina)	381
5.5	<i>Preservación, manejo y almacenamiento del bagazo</i>	A. WATSON CHAPMAN, Departamento de Investigación, The Celotex Corporation (Estados Unidos)	383
5.6	<i>Factores que influyen en la selección de los procedimientos y del equipo para la fabricación de celulosa a base de bagazo</i>	JOSEPH E. ATCHISON, Vicepresidente, Parsons & Whittemore Inc. (Estados Unidos)	386
5.7	<i>Experiencia en la fabricación de papel a base de bagazo</i>	Cellulose Development Corporation Ltd. (Reino Unido)	397
5.8	<i>Realización industrial argentina en la fabricación de celulosa a base de bagazo</i>	Celulosa Argentina, S. A. (Argentina)	402
5.9	<i>Experiencia industrial en la fabricación de celulosa y papel a base de bagazo, en Paramonga</i>	JOSÉ CORREA S., W. R. Grace y Cía. (Perú)	404
5.10	<i>Veinticinco años de experiencia industrial argentina en la elaboración de celulosas de paja, caña y bambú</i>	JUAN DI FILIPPO, Celulosa Argentina, S. A. (Argentina)	406

Símbolo del documento ST./ECLA/CONF. 3/L.	Título	Autor	Pág.
5.12	<i>Experiencia industrial en la fabricación de celulosa para papel a base de bagazo, en Piracicaba</i>	LINO MORGANTI, Refinadora Paulista, S. A. (Brasil)	412
5.13	<i>El tratamiento alcalino del bagazo de caña para la fabricación de papeles de alta resistencia y de celulosa para rayón</i>	WILLIAM J. NOLAN, Laboratorio de Papel y Celulosa, Universidad de Florida, Gainesville, Florida (Estados Unidos)	414

VI. PRESENTACION DE TRABAJOS SOBRE DETERMINADOS ASUNTOS TECNICOS

6.1	<i>Tendencias modernas en la disposición del equipo y en el diseño de las fábricas de papel y celulosa</i>	A. M. HURTER, Stadler, Hurter & Co. (Canadá)	419
6.2	<i>El abastecimiento de agua y el desalojamiento de desechos de fabricación, como factores en la localización de fábricas de papel y celulosa</i>	JULIUS GRANT, Pulp and Paper Research Co. Ltd. (Reino Unido)	430
6.3	<i>La relación entre las características morfológicas de las fibras de maderas tropicales y la calidad del papel y la celulosa obtenidos a base de ellas</i>	Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale (Francia)	435
6.5	<i>Un nuevo procedimiento de blanquear celulosa de maderas tropicales</i>	Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale (Francia)	438
6.6	<i>Abastecimiento de anhídrido sulfuroso de bajo costo para América del Sur</i>	C. J. WALL, The Dorr Co. (Estados Unidos)	441
6.7	<i>Aspectos económicos de la recuperación y quema del licor de desperdicio en los procedimientos al sulfato y al sulfito</i>	GUSTAV EDLING, Vicepresidente de la Asociación Sueca de Usuarios de Vapor (Suecia)	442
6.8	<i>Aspectos económicos de la producción de energía y vapor en la industria papelera</i>	G. RANWEZ, Mellor Goodwin, S. A. (Argentina)	448
6.9	<i>El procedimiento Aschaffenburg para la fabricación de celulosa destinada a papel de diario</i>	RUDOLF SCHEPP, Químico Jefe, Aschaffenburg, Zellstoffwerke, A. G. (República Federal de Alemania) ¹	450
6.10	<i>El procedimiento continuo "Defibrator" para la elaboración de pasta semiquímica</i>	A. B. Defibrator, Estocolmo (Suecia)	453
6.11	<i>Procedimientos y equipos modernos para depurar pasta de papel</i>	KARL LINDGREN, Ingeniero Jefe, A. B. Ekströms-Maskinaffar (Suecia)	455
6.12	<i>La máquina de papel moderna aplicada a la utilización de materias primas de fibra corta</i>	RALPH C. HEYS, Director Gerente de Millspaugh Ltd. (Reino Unido)	470
6.13	<i>Mayor y mejor producción del equipo existente para fabricación de papel</i>	FRANK T. PETERSON, Vicepresidente de The Black Clawson Co. Inc. (Estados Unidos)	481

VII. EXAMEN DE LAS PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS DE PAPEL Y CELULOSA EN DETERMINADOS PAISES LATINOAMERICANOS

— ²	ARGENTINA — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	SILVIO GAGLIARDI, Vicepresidente Gerente de Celulosa Argentina, S. A., Buenos Aires	485
7.9	ARGENTINA — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de celulosa para papeles especiales en la provincia de Córdoba, a base de la palmera Trithrinax campestris</i>	S. LLORENS, J. MUHANA y W. GINZEL, Dirección General de Industrias de Córdoba (Argentina)	485

¹ Este trabajo fué examinado por la Junta en relación con el punto IX del temario.

² Condensación de las exposiciones hechas durante la Junta.

Símbolo del documento ST./ECLA/CONF. 3/L.	Título	Autor	Pág.
— ¹	BOLIVIA — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	JONNY VON BERGEN, Presidente de La Papelera, S. A., La Paz	485
7.2	BRASIL — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	JOSÉ CARLOS LEONE, Banco Nacional de Desenvolvimento Económico, Río de Janeiro	486
7.7	CENTROAMERICA — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	Misión Forestal de la FAO en Centroamérica	486
7.3	COLOMBIA — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	MANUEL ARCHILA M., Gerente del Instituto de Fomento Industrial, Bogotá	488
7.4	CHILE — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	Corporación de Fomento de la Producción, Santiago	489
7.5	MEXICO — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	Nacional Financiera, S. A., México, D. F.	490
— ¹	PARAGUAY — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	FREDERICK H. VOGEL, Asesor Forestal, Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, Asunción	491
— ¹	PERU — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	RAMÓN REMOLINA, Subgerente del Banco de Fomento Agropecuario del Perú, Lima	491
7.8	URUGUAY — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	Asociación de Fabricantes de Papel de la Unión Industrial Uruguaya, Montevideo.	492
7.6	VENEZUELA — <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa</i>	Corporación Venezolana de Fomento, Caracas	492

VIII. FINANCIAMIENTO DEL DESARROLLO LATINOAMERICANO DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA

8.0	<i>Financiamiento del desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina</i>	Documento de la Secretaría (en cooperación con la Comisión Económica para Europa)	495
8.1	<i>Principios básicos para financiar los nuevos proyectos de papel y celulosa</i>	KARL LANDEGGER, Presidente de Parsons & Whittemore Inc. (Estados Unidos)	507
8.2	<i>Perspectivas para la radicación de capitales en la industria papelera argentina</i>	Confederación Nacional Económica (Argentina)	509
8.4	<i>El financiamiento de las empresas de papel y celulosa en los Estados Unidos. Puntos de vista de un banquero comercial</i>	A. NEWELL RUMPF, Vicepresidente, Harris Trust and Savings Bank, Chicago (Estados Unidos)	511

IX. TEMA ESPECIAL SOBRE PAPEL DE DIARIO²

9.0	<i>El problema del papel de diario.</i>	Documento de la Secretaría	517
-----	-----------------------------------------	--------------------------------------	-----

¹ Condensación de las exposiciones hechas durante la Junta.

² Aparte del documento 9.0 de la Secretaría, la Junta examinó, en relación con este punto del temario, los documentos 3.11, 3.12 y 3.13 incluidos en el punto III, y el 6.9, en el punto VI.



I

Introducción

Esta segunda parte del Informe contiene los trabajos presentados a la Junta. En total se recibieron y distribuyeron 73 documentos, de los cuales 10 fueron preparados por la Secretaría y 63 por los expertos. Sin incluir los numerosos gráficos, cuadros e ilustraciones, suman en total unas 1.600 páginas.

Se había pensado publicar el texto íntegro de esos documentos, pero no ha sido posible hacerlo debido al costo que ello hubiera representado. Además, se habría incurrido en inevitables duplicaciones de material, pues en muchos casos el mismo tema se estudiaba en dos o más trabajos. Por otra parte, informaciones de carácter altamente técnico sólo hubieran tenido interés para un sector muy especializado.

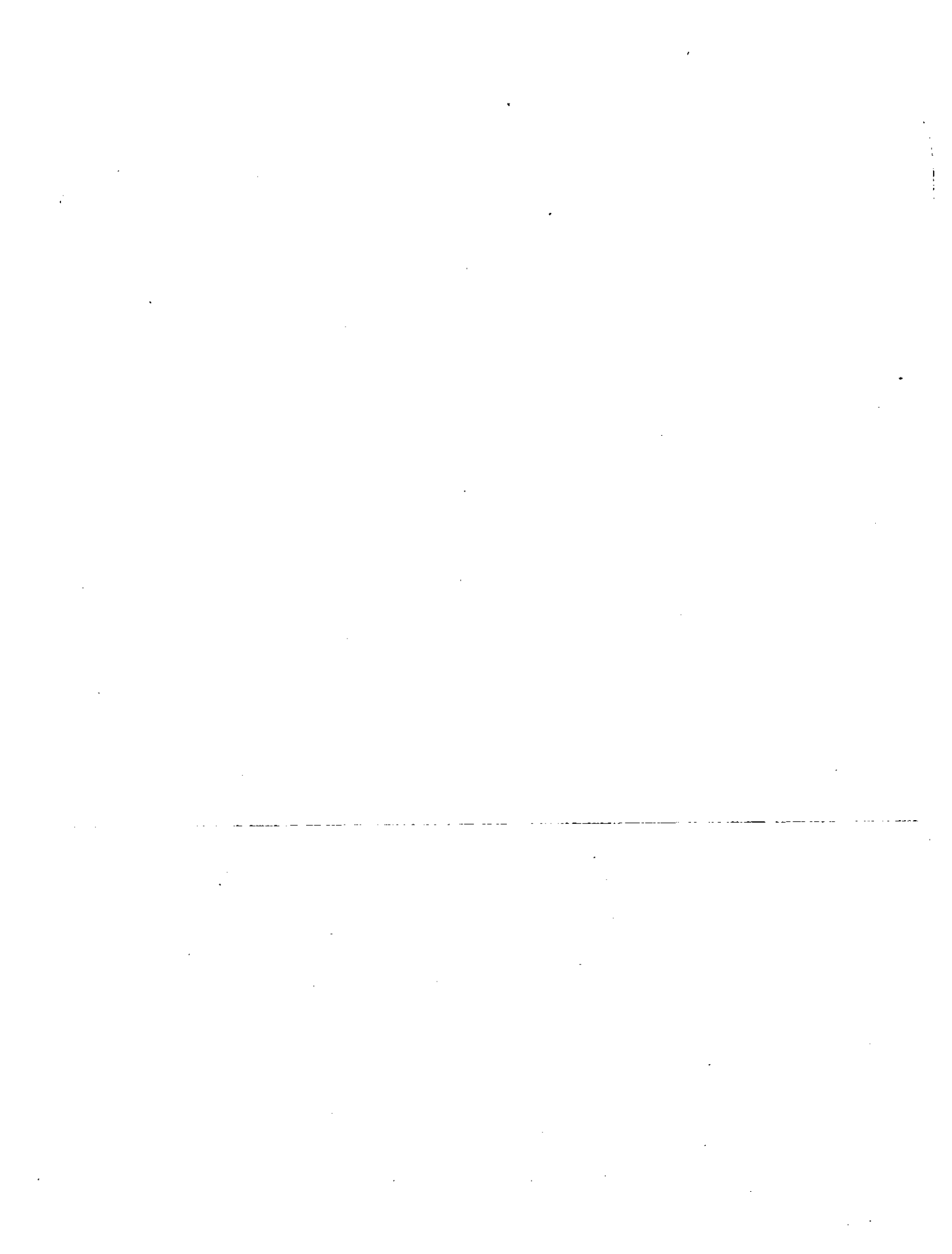
Al abordar el delicado problema de reducir ese gran volumen de material al límite requerido por la publicación, se siguieron ciertos principios generales. Se ha incluido casi en su totalidad el texto de los documentos básicos presentados por la Secretaría, no sólo porque resumían las nuevas informaciones y datos puestos a disposición de la Junta, sino porque en su preparación se utilizaron numerosos trabajos enviados por los expertos. Además, los documentos de la Secretaría sirvieron de base para los debates sostenidos en la Junta.

Determinados trabajos técnicos fueron publicados también en su totalidad, ya sea porque se consideró que eran de interés general o porque era imposible condensarlos. Todos los demás documentos han sido condensados en grado

distinto. Algunos fueron ligeramente retocados y editados; otros han sido abreviados al máximo, en tanto que de otros sólo se incluye en este informe un corto resumen que al menos proporciona una idea del contenido del trabajo original. El propósito perseguido con ello ha sido limitar la extensión del informe y mantener el interés general, sin dejar de indicar con claridad el campo de estudio abarcado.

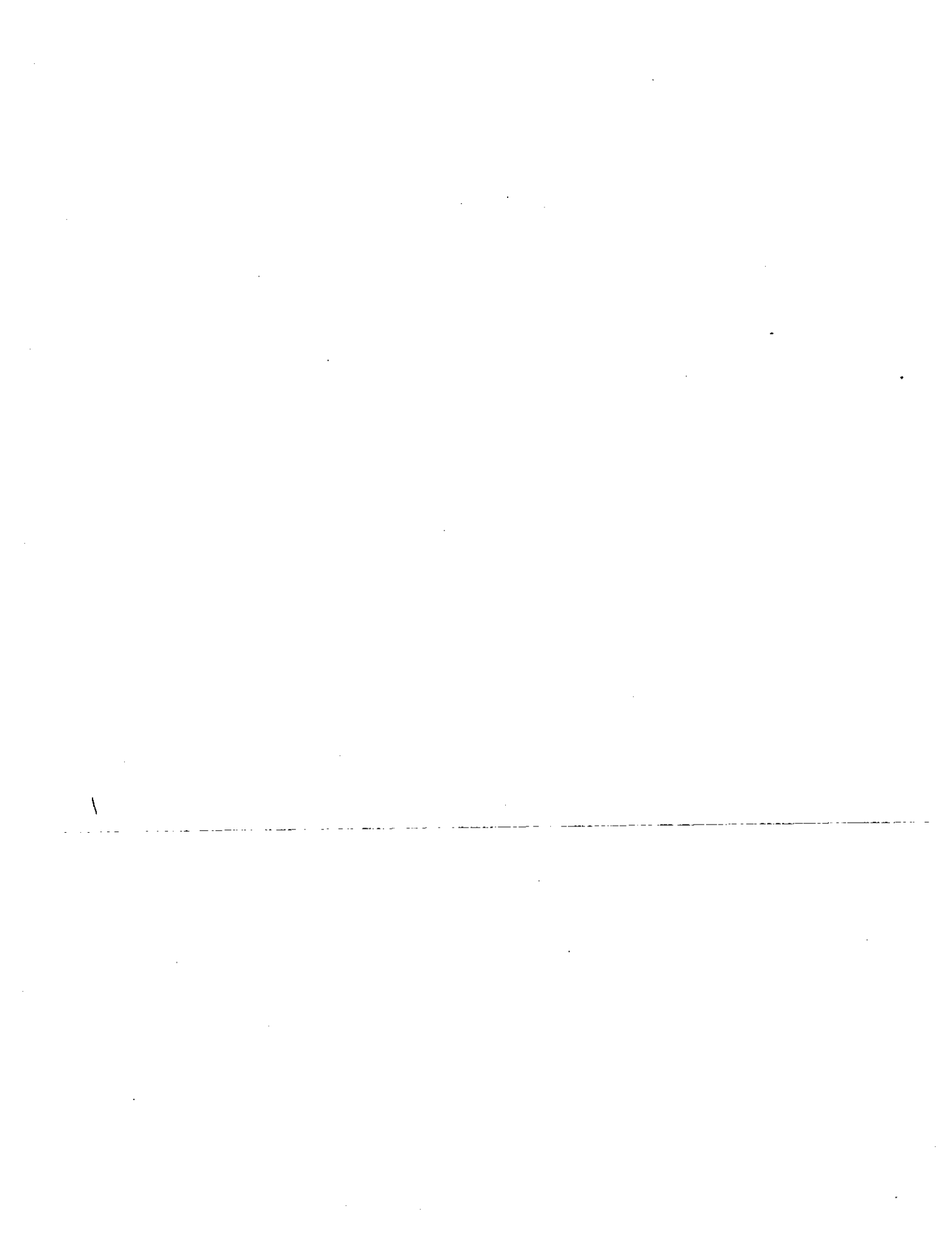
Esta ingrata tarea tuvo que llevarse a cabo con urgencia para que el informe pudiera publicarse sin demora. Por lo tanto, los editores se vieron con frecuencia en la necesidad de tomar decisiones arbitrarias. Aunque no podrá pretenderse que las decisiones mencionadas hayan sido siempre un acierto, se espera que la inevitable labor de edición no haya desvirtuado los puntos de vista de los expertos en los trabajos que presentaron a la Junta.

Seguramente habrá muchos lectores que deseen, después de asomarse al presente informe, consultar la versión original completa de algunos de los documentos que aquí se reproducen en forma abreviada. Existe un número limitado de ejemplares de esos documentos originales, los que pueden obtenerse dirigiéndose a la División Forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Viale delle Terme di Caracalla, Roma, Italia) o a la Comisión Económica para América Latina (Casilla 179-D, Santiago, Chile). Al solicitarlos deberá especificarse qué documentos son los que se desean y si se prefieren en inglés o en español.



II

Consumo, Producción y Comercio de Papel y Celulosa en América Latina



CONSUMO, PRODUCCION Y COMERCIO DE PAPEL Y CELULOSA EN AMERICA LATINA¹

Documento de la Secretaría

I. SITUACIÓN MUNDIAL EN MATERIA DE CONSUMO Y SUMINISTROS

En las cuatro últimas décadas prácticamente se ha multiplicado el consumo de papel y cartón, en tanto que el consumo por habitante casi se ha triplicado.

Cuadro 1
CONSUMO MUNDIAL DE PAPEL
1913 a 1952

Año	Consumo total (Millones de tons.)			Consumo per capita (kg. por habitante)		
	Papel de diario	Otros papeles y cartones	Total	Papel de diario	Otros papeles y cartones	Total
1913	3,1	8,7	11,8	1,8	5,0	6,8
1935-38	7,3	20,6	27,9	3,5	9,5	13,0
1950-52	9,4	37,5	46,9	3,9	15,4	19,3

Se observará que el consumo de otras categorías de papel y cartón (principalmente de empaque) ha aumentado en los últimos años con mucha mayor rapidez que el consumo de papel de diario.

El aumento del consumo no ha sido uniforme en todo el mundo. Como lo indican las cifras siguientes, la diferencia entre el consumo en los países muy desarrollados económicamente y en las regiones menos desarrolladas ha tendido más a aumentar que a disminuir desde antes de la guerra.

Cuadro 2
CONSUMO DE PAPEL Y CARTON POR HABITANTE
1935-38 a 1950-52

	1935-38 (kg. por habitante)	1950-52	Porcentaje de aumento
Europa, América del Norte y Oceanía	45	71	57
América Latina, África, Cercano Oriente, Oriente Medio y Lejano Oriente	1,7	2,4	38

Europa, América del Norte² y Oceanía, con menos del 24 por ciento de la población mundial, consumen casi el 88 por ciento del papel y el cartón del mundo, incluyendo el 85 por ciento de la producción mundial de papel de diario.

Las diferencias entre los niveles de consumo en las diversas regiones se revelan en el cuadro siguiente, en el que se presentan asimismo las estimaciones más recientes de

que se dispone sobre el porcentaje de analfabetismo en cada región.

Cuadro 3
CONSUMO DE PAPEL Y CARTON POR REGIONES
1950-52

Región	Porcentaje de personas que leen y escriben ^a (estimación)	Consumo de papel y cartón (Promedio, 1950-52)		Del cual: papel de diario por hb. (kg.)
		Total (Miles de tons.)	Por habitante (kg.)	
Europa	90-95	11.820	29,8	5,3
URSS	95-100	(1.920)	(9,4)	(2,0)
América del Norte	95-100	28.570	169,9	34,0
América Latina	45-55	1.450	8,8	2,5
Cercano y Medio Oriente	15-25	100	1,3	0,3
Lejano Oriente	25-35	1.920	1,6	0,4
Oceanía	85-90	670	51,9	16,6
África	15-25	450	2,2	0,4
Mundo entero	45-55	46.900	19,3	3,9

FUENTE: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

^a Grupo de edad de 10 años y más.

Aun las diferencias regionales expresadas en el cuadro precedente, no dan una idea exacta de la situación en su totalidad. El consumo por habitante en el Lejano Oriente sería muy inferior a 1,6 por ciento si se excluyera el Japón; en África, la Unión Sudafricana —con nada más que 6 por ciento de la población continental— consume más de la mitad del papel y cartón del continente. Como se verá más adelante, en América Latina hay diferencias considerables en los niveles de consumo.

Todas las regiones del mundo en que el consumo es hoy reducido dependen en grado mayor o menor de importaciones procedentes de las regiones más desarrolladas.

Cuadro 4
PRODUCCION Y CONSUMO DE PAPEL Y CARTON, 1950-52,
POR REGIONES
(Millones de toneladas)

Región	Producción	Consumo	Porcentaje de	
			producción exportada	consumo importado
Europa	13,11	11,82	10	—
URSS	(1,92)	(1,92)	..	..
América del Norte	29,04	28,57	1,6	—
América Latina	0,81	1,45	—	44
Cercano y Medio Oriente	0,03	0,10	—	72
Lejano Oriente	1,50	1,92	—	22
África	0,09	0,45	—	80
Oceanía	0,29	0,67	—	57

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L2.0

² La expresión "América del Norte" se usa en este documento para designar Canadá y los Estados Unidos.

El grado de dependencia de esas regiones oscila desde más de 1/5 en el caso del Lejano Oriente hasta 4/5 en el de África. Por lo que toca a América Latina, es de 44 por ciento. Conviene recordar que la dependencia de las importaciones no supone necesariamente un bajo nivel de consumo. Por ejemplo, Australia y la Unión Sudafricana dependen en alto grado de las importaciones y, sin embargo, tienen un nivel de consumo relativamente alto. El nivel de ingresos, así como la existencia de suministros locales, determina el nivel de consumo.

Las cifras ofrecidas en el cuadro 4 no reflejan totalmente el grado de dependencia de las regiones menos desarrolladas, pues su capacidad para satisfacer incluso esa proporción de la demanda interna de papel y cartón expresada en el cuadro, depende en diverso grado de las importaciones de celulosa. Si se expresa el consumo de papel y cartón en estas regiones en su equivalente en pastas¹ celulósicas y se comparan estas cifras con la producción interna de pasta, se verá que el grado en que estas regiones dependen totalmente de las importaciones es mucho mayor que el que indica el cuadro mencionado.

Cuadro 5
ESTIMACION DEL DEFICIT DE PASTA
EN 1950-52
(Millones de toneladas - promedio)

Región	Equivalente en pasta de productos consumidos	Producción de pasta	Dependencia total en ma- teria de im- portaciones (expresada en equiva- lentes en pasta)
América Latina	1,27	0,35	72
Cercano y Medio Oriente	0,10	0,02	80
Lejano Oriente	1,53	1,12	27
Oceania	0,63	0,23	64
África	0,38	0,07	82
Total para las 5 regiones	3,91	1,79	54

En las cinco regiones, consideradas conjuntamente, la dependencia en materia de importaciones es de 41 por ciento por lo que toca al papel, y de 54 por ciento en el caso de la celulosa. En América Latina las cifras respectivas son 44 y 72. El déficit de pasta en la región latinoamericana llega casi a un millón de toneladas. En resumen, para que la región se autoabasteciera —de haber sido esto conveniente y factible— habría sido necesario en 1950-52 aumentar la producción interna no sólo en 640 mil toneladas de papel, sino también en 920 mil toneladas de pasta.

Las regiones menos desarrolladas satisfacen actualmente sus necesidades de papel y celulosa mediante importaciones de Europa y América del Norte, que son las dos únicas regiones que cuentan con excedentes. La existencia de altos niveles de consumo en estas dos regiones significa que las exportaciones representan sólo una pequeña fracción de la producción total de papel: 10 por ciento en Europa y 1,6 por ciento en América del Norte, como se indica en el cuadro 4. Pero, a pesar de ser marginales en relación con la producción total, tales exportaciones no son insignificantes ni precarias. En el caso de Europa, representan un intercambio comercial importante, beneficioso para la economía

¹ La suma de las cantidades de pasta mecánica y celulosa o pasta química que, en determinadas proporciones, se requieren para fabricar papel y cartón.

de diversos países y no sólo para los países europeos septentrionales que poseen excedentes de madera. En vista de que América Latina y otras zonas deficitarias tienen que recurrir a Europa y América del Norte para aumentar sus importaciones, conviene determinar la probabilidad de que estas últimas regiones cuenten en el futuro con existencias disponibles para la exportación.

La función que puede desempeñar América del Norte para cubrir a la larga los déficit cada vez mayores de las regiones menos desarrolladas, debe verse con ciertas reservas, pero éstas no derivan de temor alguno de que la producción en ese continente no sea capaz de considerable expansión ulterior. En los últimos años, la capacidad de los Estados Unidos para producir celulosa se ha adaptado con rapidez al aumento enorme de la demanda; en verdad, según algunos, la capacidad ya es excesiva en la actualidad. Respecto a la producción de papel de diario canadiense, que ha aumentado bruscamente desde la guerra, no cabe duda de que, si se restableciera en cierta medida el comercio multilateral, se podría obtener en el Canadá una producción importante para la exportación a ultramar.

Las reservas mencionadas tienen su origen, en parte, en el carácter marginal —y, por ende, incierto— del excedente norteamericano (debido al nivel de producción y consumo excepcionalmente alto del país) y, particularmente, en los problemas de pago que ello entraña. La escasez de dólares impide hoy día que los países deficitarios confíen demasiado en las importaciones de América del Norte, especialmente cuando hay otras mercancías que les hacen la competencia en los programas de importación con dólares. Por otra parte, los mercados de ultramar, paralizados por la escasez de dólares, no constituyen en época normal un incentivo poderoso para la producción de los Estados Unidos y el Canadá. Por esta razón, no sería compatible con la realidad esperar en América del Norte un aumento de la producción capaz de satisfacer en forma permanente las necesidades de importación cada vez mayores de otras regiones.

Así pues, aunque pueda continuar habiendo un excedente exportable de papel y aunque periódicamente se disponga de cierta cantidad de celulosa para exportación, no es probable que se registre en América del Norte un exceso de producción que pueda satisfacer las necesidades a largo plazo en el continente.

Algunas de estas consideraciones se aplican también a cualquier cálculo sobre las posibilidades de obtener en Europa suministros cada vez mayores. Sin embargo, hay que recordar que en Europa es muy diferente la relación suministro-consumo. Es verdad que Europa es una región de excedentes, pero en realidad casi todo el excedente europeo de celulosa —y la mayor parte del de papel— se origina sólo en tres de sus países septentrionales: Finlandia, Noruega y Suecia. En el resto de Europa, sólo Austria es un exportador importante de celulosa, aunque el comercio de exportación de papel es significativo en varios países de su zona occidental. Además, las industrias de papel y celulosa de Europa septentrional —que son principalmente industrias de exportación— envían a otros países europeos las tres cuartas partes de su excedente de celulosa y la mitad de su excedente de papel.

Al final de la guerra, la industria europea de papel y celulosa debió hacer frente a numerosos problemas suscitados por la destrucción o daños infligidos a su capacidad de producción (especialmente de papel de diario): la reducción de sus recursos naturales, como resultado de reajustes territoriales posteriores al conflicto, y la imposibilidad en que se encontraba la URSS, ante el carácter apremiante de sus

necesidades de reconstrucción, de reanudar sus importantes embarques de maderas para pasta a Europa occidental.

Cuadro 6

EUROPA: EXPORTACIONES NETAS, 1950-52
(Millones de toneladas)

	Celulosa	Papel y cartón
Exportaciones netas de:		
Europa	0,62	1,28
Europa septentrional únicamente	3,50	1,84
De éstas:		
al resto de Europa	2,69	0,93
a América del Norte	0,43	0,18
a otras regiones	0,38	0,73

Entre 1950-52 se produjo una rápida mejora en la situación. Aunque la producción de celulosa era todavía inferior en 0,8 millones de toneladas a la correspondiente al período anterior a la guerra, gracias a un descenso similar en las exportaciones de celulosa a América del Norte se alcanzó casi el nivel de consumo registrado en 1937-38. Con la misma cantidad de celulosa, se fabricaron 1,5 millones más de toneladas de papel y cartón, aunque la producción de papel de diario seguía siendo todavía muy inferior a la anterior a la guerra. En resumen, se exportó medio millón más de toneladas de papel y el consumo aumentó en 1 millón de toneladas, aumento que resulta modesto (7 por ciento por habitante) en comparación con el registrado en todas las demás regiones del mundo. En el Reino Unido y en Alemania, los niveles de consumo eran todavía muy inferiores a los de antes de la guerra.

Según estudios recientes, el consumo en Europa aumentará en un 40 por ciento en los 10 años comprendidos entre 1950-52 y 1960-62, y los recursos europeos y los planes para la expansión de la capacidad productiva apenas permitirán que este aumento en la demanda sea atendido sin perjudicar seriamente las exportaciones a ultramar de papel y celulosa de la región. Tales exportaciones fluctúan actualmente entre 1,5 y 2 millones de toneladas de celulosa. Pero para lograr tal cosa se requerirán medidas enérgicas, a fin de aprovechar mejor los recursos existentes: emplear en mayor grado el pino y las maderas latifoliadas de las regiones templadas; conservar los escasos recursos de abeto; continuar la recuperación, en gran escala, de desperdicio; emplear fibras no leñosas, y aprovechar en forma más eficaz la actual capacidad de producción. Si la producción no aumenta en el grado deseado, es probable que ello afecte más a los niveles de consumo interno que a las exportaciones con destino a ultramar, siempre que haya mercados disponibles.

Pero la conclusión general es que las exportaciones de papel y celulosa, desde Europa a las regiones menos desarrolladas, continuarán y posiblemente excederán el alto nivel alcanzado en 1950, es decir, después de la guerra, aunque no es lógico esperar una expansión considerable en los próximos diez años. Además, conviene recordar que si la relación entre la oferta y la demanda en América del Norte provoca de nuevo una fuerte demanda de celulosa europea, algunos suministros que normalmente hubieran sido destinados a otras regiones serían atraídos por el mercado norteamericano. No obstante, es probable que este cambio de dirección no se haga sentir tan intensamente como en el pasado, ya que muchos exportadores de celulosa de Europa septentrional —conscientes del carácter marginal y de las fluc-

tuaciones de la demanda norteamericana para obtener la celulosa que producen— recurren cada vez con más frecuencia a mercados que ofrecen estabilidad mayor aunque menos divisas aceptables.

Aunque las necesidades de importación de las regiones deficitarias han sido hasta ahora totalmente satisfechas con importaciones procedentes de Europa y América del Norte, tal vez convenga mencionar la posibilidad de que se produzcan excedentes exportables en la URSS, ya que posee las reservas de coníferas más abundantes del mundo. Desde el punto de vista de los recursos, las posibilidades son casi ilimitadas. Sin embargo, la industria de papel y celulosa no ha tenido hasta ahora un lugar destacado en los planes quinquenales, que han tendido principalmente a obtener para la industria pesada el material básico indispensable a fin de intensificar el desarrollo, así como a rehabilitar y ampliar aquellas industrias necesarias para reparar los estragos ocasionados por la segunda guerra mundial. Esta etapa está llegando a su término y la industria de la madera, por ejemplo —que ya ha satisfecho las necesidades más urgentes de la reconstrucción nacional— reanuda ahora sus exportaciones de madera aserrada a Europa occidental. El consumo de papel en la Unión Soviética es todavía bajo en comparación con el nivel alcanzado en los países occidentales (9,5 kilos por habitante en 1950-52 en comparación con 30 en Europa), pero el reciente cambio de orientación en el sentido de aumentar la corriente de bienes de consumo y dar mayor satisfacción al consumidor (por ejemplo, mediante el empaque en mejores condiciones) bien podría ocasionar un rápido aumento en el consumo de papel. Sin embargo, según parece, la expansión de la industria de papel y celulosa prevista en el plan quinquenal actual (1951-55) no bastará para satisfacer las necesidades internas en constante aumento. Hay indicios de que en un futuro próximo el aumento creciente de los niveles de consumo obligará a ese país a recurrir a los excedentes europeos cada vez en mayor medida.

Así pues, si bien es enorme la capacidad potencial de la URSS, dada la información de que se dispone actualmente, es poco probable que ese país se transforme en los diez años próximos en un importante exportador de papel y celulosa a las regiones deficitarias del mundo.

2. CONSUMO DE PAPEL Y CELULOSA EN AMÉRICA LATINA

El consumo de papel y celulosa en América Latina, que era algo más de 600 mil toneladas en 1933, aumentó a 1.500.000 aproximadamente en 1953. Este rápido aumento de alrededor de un 150 por ciento en menos de dos décadas se debió sobre todo a una expansión considerable en la producción interna, que creció de 230 a 830 mil toneladas durante ese mismo período. Pero esta expansión en la producción interna no significa disminución alguna en las importaciones; en realidad, representa sólo dos tercios del aumento total registrado en el consumo, y en 1953 los niveles de importación de papel eran casi dos veces más elevados que en 1935. Sin embargo, conviene hacer notar que este aumento en el consumo se produjo a pesar de que durante ese período el precio del papel se elevó en general, en relación con el precio de otros artículos.

En el cuadro 7 se indica la distribución en los países latinoamericanos del consumo medio en los años 1948-52. Se observará que sólo cuatro países —la Argentina, el Brasil, Cuba y México— consumieron más de 100 mil toneladas por año y que los cuatro se reparten el 78 por ciento del consumo total de la región.

Cuadro 7

AMERICA LATINA: CONSUMO APARENTE DE PAPEL Y CARTON

(Miles de toneladas - promedio 1948-52)

País	Consumo de papel y cartón		De los cuales: Consumo de papel de diario	
	Miles de toneladas	Porcentaje del total	Miles de toneladas	Porcentaje del total
Argentina	402	30	111	28
Brasil	324	24,5	104	26,5
México	204	15,5	55	14
Cuba	105	8	29	7,5
Chile	65	3	24	6
Uruguay	55	4	17	4,5
Colombia	48	3,5	16	4
Venezuela	48	3,5	10	2,5
Perú	32	2,5	9	2,5
Todos los demás (ninguno más de 10)	49	3,5	18	4,5
Total	1.332	100	393	100

La concentración que se observa en el consumo no se debe en manera alguna sólo a las diferencias de población. Los niveles de consumo varían muchísimo de un país a otro: desde 1,5 kilogramos por habitante en el Paraguay y Haití hasta 23 en la Argentina y el Uruguay. En el cuadro 8 se

Cuadro 8

CONSUMO DE PAPEL POR HABITANTE EN AMERICA LATINA Y EN ALGUNOS PAISES FUERA DE LA REGION

(kg. por habitante - promedio 1948-52)

Consumo	América Latina	Países fuera de la región
más de 50 kg		156,4 Estados Unidos 106,0 Canadá 70,0 Suecia 59,2 Australia 53,8 Reino Unido 53,6 Noruega 52,0 Suiza
de 20 a 50 kg	23,4 Argentina 23,0 Uruguay	48,5 Dinamarca 48,2 Nueva Zelanda 43,7 Finlandia 43,5 Países Bajos 29,4 Francia
de 10 a 20 kg	19,5 Cuba 11,2 Chile	10,1 Japón
de 5 a 10 kg	9,6 Venezuela 9,0 Panamá 7,9 México 6,2 Brasil	
hasta 5 kg	4,7 Costa Rica 4,5 Colombia 3,7 Perú 2,7 El Salvador 2,6 Nicaragua 2,5 Ecuador 2,5 Honduras 2,4 República Dominicana 2,1 Guatemala 1,8 Bolivia 1,6 Haití 1,5 Paraguay	2,2 Turquía 0,6 India

da a conocer el consumo de papel por habitante en cada uno de los países latinoamericanos y se ofrecen algunas cifras representativas correspondientes a países de otras regiones. Sólo en uno o dos países se asemeja el nivel de consumo al de Europa occidental, y el consumo por habitante para América Latina en su conjunto es únicamente de 8,6 kilogramos, es decir, poco más de un cuarto del promedio europeo.

Todos los países de la región dependen de las importaciones para subvenir a una parte importante de sus necesidades de papel y algunos para satisfacer todas ellas, como se indica en el cuadro 9 que refleja la situación de los tres últimos años respecto de los cuales existen datos fidedignos.

Cuadro 9

GRADO DE DEPENDENCIA DE LAS IMPORTACIONES (IMPORTACIONES/CONSUMO TOTAL), 1950-52

(Porcientos)

País	Toda clase de papel y cartón	Papel de diario únicamente
Chile	25	55
Brasil	26	67
México	26	91
Uruguay	44	100
Perú	45	100
Argentina	47	96
Cuba	67	100
Bolivia	84	100
Venezuela	85	100
Todos los demás	100	100
Toda la región	44	85

Estas cifras no están completamente el día, pues desde 1952 funcionan varias otras fábricas; pero aun cuando se dispusiera de todas las cifras, no se modificaría en lo fundamental el panorama general que revelan las presentadas en el cuadro aludido.

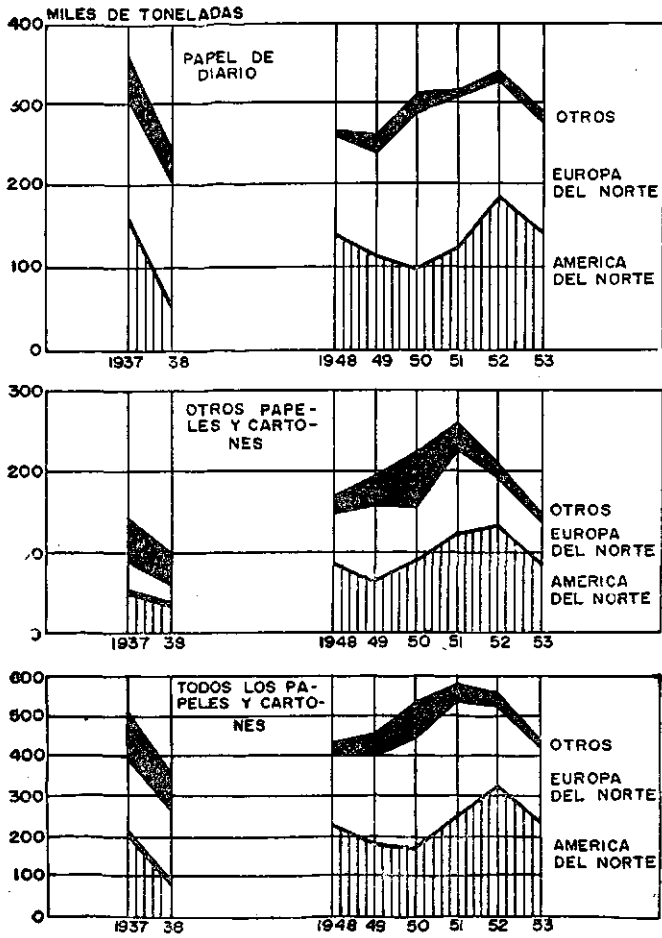
Los tres países de Europa septentrional eran los principales abastecedores de América Latina antes de la guerra. Los datos presentados en el gráfico 1 se refieren sólo a las exportaciones procedentes de los exportadores más grandes del mundo y destinadas a 12 países latinoamericanos. Sin embargo, puede considerarse que son representativos, y revelan que, si bien las importaciones de papel de diario han fluctuado después del conflicto hasta acercarse al nivel de preguerra, las de otros tipos de papel y cartón han sido en general bastante mayores. A pesar de que las exportaciones de Europa septentrional a América Latina han aumentado ligeramente en comparación con las de antes de la guerra, las de América del Norte lo han hecho todavía con mayor rapidez y representan hoy más de la mitad del total. (Casi todo el papel de diario de esa procedencia se importa del Canadá; la mayor parte de otros tipos de papel y cartón, de los Estados Unidos.) No ha habido otros abastecedores particularmente importantes fuera de América del Norte y Europa septentrional y, si los hubo, su importancia ha disminuido en los últimos años.

3. NECESIDADES FUTURAS DE PAPEL EN AMÉRICA LATINA

Antes de examinar la posibilidad de que América Latina desarrolle sus propios recursos a fin de satisfacer algunas de sus necesidades de papel y celulosa, hay que tener cierta

Gráfico 1

ORIGEN DE LAS IMPORTACIONES LATINOAMERICANAS DE PAPEL EN LOS AÑOS 1937-38 Y 1948-53



idea acerca de la situación futura del consumo de papel en dicho continente.

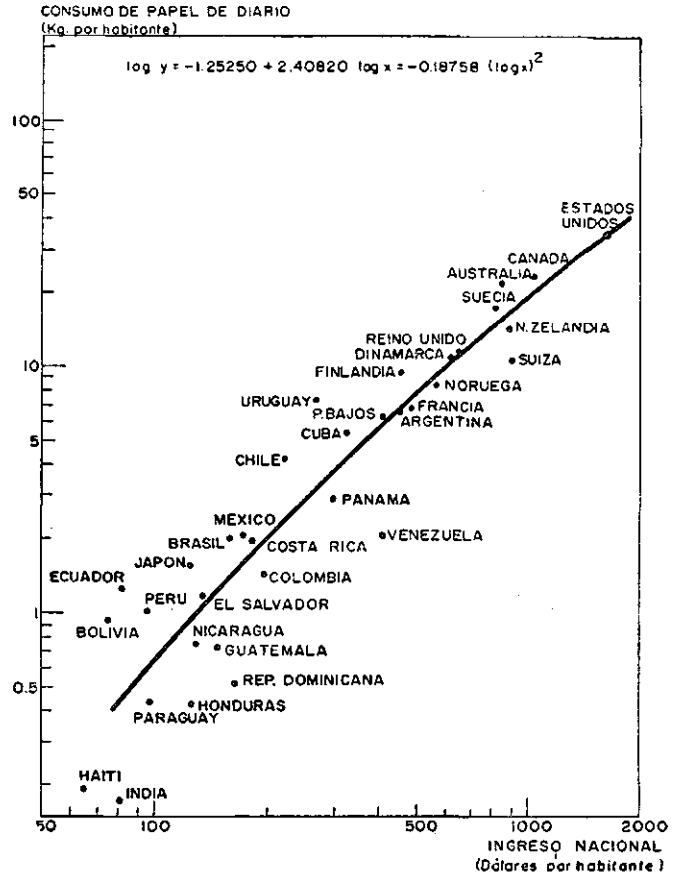
El primer esfuerzo detenido para determinar la tendencia futura del consumo de papel en América Latina se efectuó en un estudio conjunto de la CEPAL y la FAO, publicado en febrero de 1954.¹ En el presente documento se han revisado a fondo esas estimaciones, pero como se ha seguido el mismo procedimiento general, conviene exponer el método adoptado en aquel estudio e indicar las modificaciones principales que acaban de incorporarse, así como las razones para hacerlo.

En ese primer estudio de la FAO y la CEPAL se determinó la existencia de una relación muy estrecha entre el consumo de papel por habitante y el ingreso nacional por habitante. Por consiguiente, se estableció una correlación entre el consumo por habitante de a) papel de diario y b) otros tipos de papel y cartón en 1949, con el ingreso nacional por habitante correspondiente a ese año en unos 30 países (20 latinoamericanos y 11 de otras regiones). La elasticidad obtenida se aplicó al consumo básico en 1950 en el supuesto de que el ingreso por habitante aumentaría anualmente en un 3 por ciento. Esta era la proporción me-

¹ Posibilidades del desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina (Publicación de las Naciones Unidas). N° de venta 1953 II.9.2.)

Gráfico 2

RELACIONES ENTRE CONSUMO APARENTE DE PAPEL DE DIARIO (EN KG. POR HABITANTE, PROMEDIO PARA 1948-52) E INGRESO NACIONAL (PRODUCTO GEOGRAFICO NETO, 1950, EN DOLARES POR HABITANTE) EN AMERICA LATINA Y EN 15 PAISES SELECCIONADOS FUERA DE LA REGION



dia de una serie de cálculos provisionales que variaban de 1 a 5 por ciento. A fin de reducir los errores accidentales, no se tomó como base el consumo real en 1950 sino una cifra derivada de la proyección de tendencias de años anteriores.²

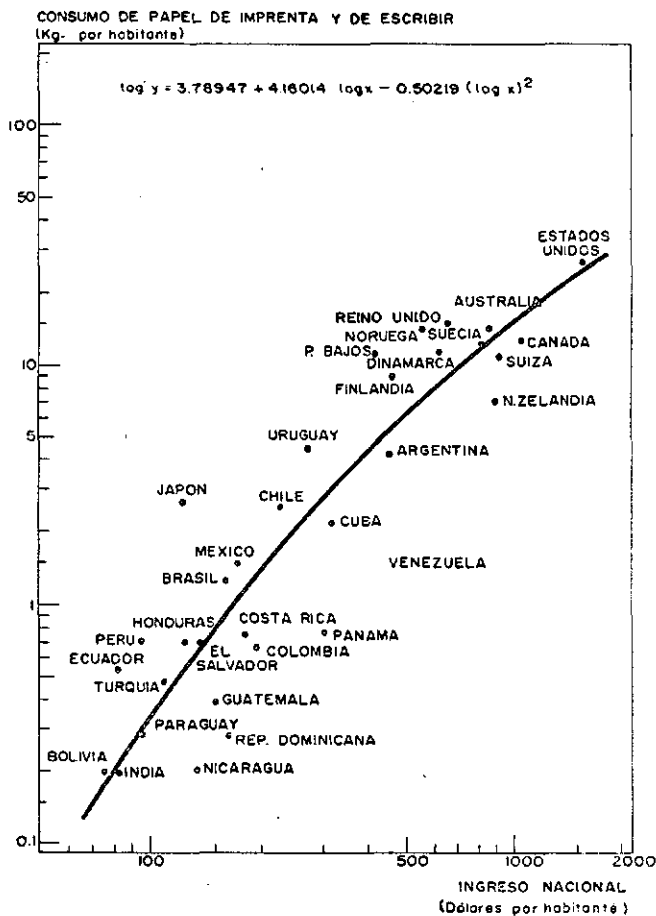
Para los efectos del presente documento se han modificado varios aspectos de las estimaciones precedentes. En primer lugar, el examen minucioso de la relación entre los niveles de consumo y de ingreso reveló que una curva de segundo grado era más indicada que una línea recta:³ la suposición de que la elasticidad-ingreso es mayor en el caso de un bajo nivel de ingresos está corroborada por la experiencia. Por consiguiente, se aplicaron diversos valores de elasticidad-ingreso a fin de determinar la demanda futura en diferentes países, teniendo en cuenta sus niveles de ingreso respectivos en 1950 (actualmente se dispone de datos sobre los ingresos correspondientes a este año).

² Las estimaciones resultantes fueron las siguientes:

	Papel de diario	Otros tipos de papel y cartón	Total
	(Miles de toneladas)		
Consumo en 1950, cifra efectiva	375	973	1.348
Consumo en 1950, cifra calculada	474	913	1.387
Consumo en 1960, cálculo	886	1.743	2.629
Consumo en 1965, cálculo	1.212	2.425	3.637

³ Se incluyeron algunos otros países.

RELACIONES ENTRE CONSUMO APARENTE DE PAPEL DE IMPRENTA Y DE ESCRIBIR (EN KG. POR HABITANTE, PROMEDIO PARA 1948-52) E INGRESO NACIONAL (PRODUCTO GEOGRAFICO NETO, 1950, EN DOLARES POR HABITANTE) EN AMERICA LATINA Y EN 15 PAISES SELECCIONADOS FUERA DE LA REGION



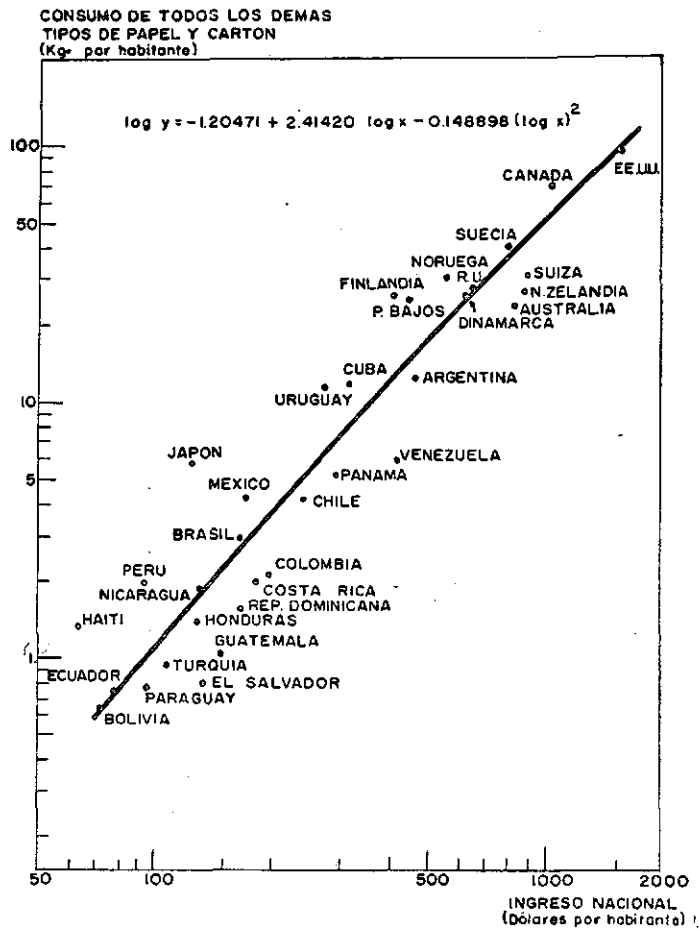
Se determinó la relación ingreso-consumo respecto de tres —en vez de dos— productos o grupos de productos, a saber: a) papel de diario; b) otros tipos de papel de imprenta y de escribir; y c) todos los demás tipos de papel y cartón. (Véanse gráficos 2, 3 y 4.) Los datos estadísticos de que se dispone acerca de a) y b) parecen ser bastante exactos, pero debido a cierta falta de uniformidad en la clasificación, no fué posible tratar el grupo c) en forma más detallada.

Las cifras correspondientes al consumo en un año básico no derivan de una proyección de las tendencias del consumo en años anteriores, pues las tendencias así determinadas no tuvieron en cuenta el aumento notable en los precios relativos de papel entre los años de preguerra y postguerra;¹ en vez de ello, se ha tomado como base el promedio del consumo efectivo en los años 1948-52.

Los datos nuevos que fué posible obtener desde la publicación del estudio mencionado, han permitido comprobar y

¹ Este hecho invalida las proyecciones basadas en la relación a través del tiempo entre el ingreso y el consumo en determinados países. Conviene señalar que en el procedimiento seguido está implícita la conclusión de que el precio relativo del papel no experimentará ningún cambio notable.

RELACIONES ENTRE CONSUMO APARENTE DE OTROS TIPOS DE PAPEL Y CARTON (EN KG. POR HABITANTE, PROMEDIO PARA 1948-52) E INGRESO NACIONAL (PRODUCTO GEOGRAFICO NETO, 1950, EN DOLARES POR HABITANTE) EN AMERICA LATINA Y EN 15 PAISES SELECCIONADOS FUERA DE LA REGION



revisar las estimaciones sobre el crecimiento de la población, pero en ningún caso se han hecho modificaciones de importancia.

Finalmente, conviene señalar que carece de fundamento la suposición de que la tasa de crecimiento del ingreso es idéntica en todos los países latinoamericanos. Además, en los últimos meses se ha obtenido una gran cantidad de información nueva sobre el crecimiento del ingreso nacional en muchos de los países interesados. Después de examinar minuciosamente la información disponible, se decidió continuar el estudio teniendo en cuenta dos hipótesis diferentes, a saber:

a) Considerando, para cada país por separado, una tasa muy moderada de crecimiento del ingreso por habitante durante los 10 a 15 años venideros. En todos los casos, las tasas de crecimiento así estimadas fueron muy inferiores a las calculadas a base de datos correspondientes a los últimos ocho años.

b) Considerando, para cada país por separado, tasas que presuponen un desarrollo favorable en los años venideros. Estas tasas se basan en gran parte en las correspondientes al

Cuadro 10

AMERICA LATINA: DATOS EMPLEADOS AL PREPARAR LAS ESTIMACIONES DE LA DEMANDA FUTURA

País	Consumo en 1948-52 (kilogramos por habitante)			Población (millones de habitantes)		Producto geográfico neto en 1950 (PNB) (dólares por habitante)	Tasa de crecimen- to supuesta para el PNB/habitante		Elasticidades - ingreso		
	Papel de diario	Otros tipos de papel de impresión y de escribir	Todos los demás ti- pos de papel y cartón	1950	1965 (Estimación)		Hipótesis A	Hipótesis B (porcientos)	Papel de diario	Otros tipos de papel de impresión y de escribir	Todos los demás ti- pos de papel y cartón
Argentina	6,43	4,13	12,79	17,20	23,02	446	1,5	3	1,41	1,50	1,62
Bolivia	0,93	0,20	0,63	3,02	3,69	75	1	2	1,70	2,28	1,86
Brasil	2,00	1,22	2,99	52,12	73,61	162	2	3	1,58	1,94	1,76
Colombia	1,44	0,67	2 17	11,26	15,56	193	2	3	1,55	1,87	1,73
Costa Rica	2,00	0,75	2,00	0,80	1,25	181	1,5	2	1,56	1,89	1,74
Cuba	5,41	2,18	11,90	5,36	7,23	317	0,5	1,5	1,47	1,65	1,67
Chile	4,10	2,57	4,53	5,81	7,36	224	1	2	1,53	1,80	1,71
Ecuador	1,25	0,53	0,75	3,20	4,48	81	1	2	1,69	2,24	1,85
El Salvador	1 18	0,70	0,81	1,86	2,72	137	1,5	2	1,61	2,02	1,78
Guatemala	0,71	0,39	1,03	2,80	4,00	149	1,5	2	1,59	1,98	1,77
Haití	0,19	0,03	1,35	3,11	3,82	64	0,5	1,5	1,73	2,34	1,88
Honduras	0,42	0,70	1,40	1,43	2,03	127	1,5	2	1,62	2,05	1,79
México	2,12	1,49	4,33	25,71	37,81	172	1,5	2,5	1,57	1,92	1,75
Nicaragua	0,76	0,20	1,69	1,06	1,63	129	1,5	2	1,62	2,04	1,79
Panamá	2,89	0,75	5,40	0,80	1,18	298	1	2	1,48	1,68	1,68
Paraguay	0,43	0,29	0,78	1,41	1,91	95	0,5	1,5	1,67	2,17	1,83
Perú	1,02	0,70	1,98	8,52	11,46	94	1,5	2,5	1,67	2,18	1,83
Rep. Dominicana	0,52	0,28	1,56	2,12	3,07	165	1	2	1,58	1,93	1,75
Uruguay	7,28	4,50	11,23	2,38	2,93	271	1	2	1,50	1,72	1,69
Venezuela	2,09	1,57	5,95	4,97	7,84	408	1,5	2	1,43	1,54	1,64

período histórico 1945-52, rebajadas en el caso de todas las repúblicas centroamericanas productoras de café, pues se estimó que los ritmos anteriores reflejaban una prosperidad derivada del café que no se repetiría necesariamente en el futuro. En la mayoría de los casos, las tasas de crecimiento estimadas fueron inferiores a las indicadas por la tendencia de 1945-1952/3.

Por lo tanto, la hipótesis *a*) refleja una actitud deliberadamente pesimista respecto a los acontecimientos futuros. Esta actitud ha sido motivada por el convencimiento de que toda formulación de planes de establecimiento de nuevas industrias debe efectuarse con sumo cuidado y teniendo en cuenta la situación que puede presentarse en el peor de los casos. En consecuencia, los futuros niveles de consumo implícitos en esta hipótesis son los mínimos que es posible alcanzar suponiendo que se disponga de los recursos necesarios para satisfacerlos.

La hipótesis *b*) refleja una actitud más optimista acerca de los acontecimientos futuros, pero no representa, en modo alguno, el desarrollo máximo que pudiera producirse. Por las razones ya expuestas, estas tasas tal vez sean sobrepasadas en las repúblicas centroamericanas. Además, en el caso del Brasil, por ejemplo, el aumento de 3 por ciento previsto es inferior a la tasa que se obtuvo como término medio a través de todo el período comprendido entre 1935 y 1951. Así pues, los niveles de consumo futuros que entraña la hipótesis *b*) no representan las cifras máximas que podrían alcanzarse, sino los niveles que corresponderían a una tasa de crecimiento favorable en general, siempre que se contara, también en este caso, con suministros de papel de procedencia interna o externa para satisfacer la demanda correspondiente.

Las explicaciones precedentes permitirán situar las estimaciones presentadas en el cuadro 10 en su debida perspectiva. Es necesario también tener en cuenta algunas de las consecuencias del procedimiento seguido en lo que respecta a las

elasticidades-ingreso. Para cada país y para las tres clases de productos, la elasticidad calculada ha sido la correspondiente al ingreso por habitante del país en 1950 (la pendiente de la curva en el punto correspondiente a un ingreso dado). Esta hipótesis de la elasticidad constante (la del punto base), en vez de elasticidad descendente durante el período de la estimación del consumo, entraña cierta exageración en los resultados. Pero conviene recordar que durante el breve período considerado (10 a 15 años) la curva se aparta sólo muy ligeramente de la línea recta. Además, los países que quedan debajo de la curva de ingreso-consumo son aquéllos cuyos suministros de papel son pequeños o nulos, o sea los "subconsumidores" por así decirlo. Si las fuentes internas de abastecimiento aumentan como consecuencia de la instalación de nuevas fábricas, puede esperarse que los niveles de consumo se acercarán más a la curva de ingreso-consumo, es decir, que la elasticidad será mayor de lo que se ha supuesto. Tampoco se establecería necesariamente un equilibrio si los países situados sobre la curva se movieran en sentido contrario; ello revelaría la tendencia de los niveles de consumo a converger hacia la curva partiendo de ambos lados, pues todos los países situados al extremo inferior de la curva, ya sea por encima o por debajo de ella, tienen un bajo nivel de ingreso y dependen en alto grado de las importaciones porque su producción interna de papel es baja o nula. En estos países la expansión de la producción interna se reflejará a la larga en una nueva curva de ingreso-consumo, que será a la vez más alta y menos convexa. Por eso es poco probable que la relación elasticidad-ingreso empleada en este documento haya conducido a un cálculo exagerado de la demanda futura.

En los párrafos precedentes se ha examinado la posibilidad de incurrir en estimaciones exageradas en el método seguido, que se basa en la hipótesis de que el consumo aumentará con el ingreso y los precios relativos del papel no se modificarán en forma notable. Según este método, los países de

Cuadro 11

AMERICA LATINA: ESTIMACIONES DE LA DEMANDA FUTURA DE PAPEL, POR PAISES

(Miles de toneladas)

País	Hipótesis	1960				1965			
		Papel de diario	Otros tipos de papel de imprenta y de escribir	Todos los demás tipos de papel y cartón	Total	Papel de diario	Otros tipos de papel de imprenta y de escribir	Todos los demás tipos de papel y cartón	Total
Argentina	A	166,6	108,5	341,9	617,0	203,0	133,0	423,2	759,2
	B	205,1	135,2	433,9	774,2	277,1	185,0	605,1	1.067,2
Bolivia	A	3,8	0,9	2,6	7,3	4,4	1,0	3,1	8,5
	B	4,4	1,1	3,1	8,6	5,7	1,4	4,0	11,1
Brasil	A	178,9	117,9	278,0	574,8	234,7	160,3	371,2	766,2
	B	208,7	142,5	329,9	681,1	295,8	213,0	479,9	988,7
Colombia	A	27,4	13,5	42,8	83,7	35,5	18,0	56,4	109,9
	B	31,9	16,2	50,7	98,8	44,6	23,7	72,7	141,0
Costa Rica	A	2,8	1,1	2,8	6,7	3,6	1,4	3,7	8,7
	B	3,0	1,2	3,1	7,3	4,0	1,6	4,2	9,8
Cuba	A	38,8	15,8	86,1	140,7	43,7	17,9	97,5	159,1
	B	44,8	18,6	101,6	165,0	54,3	22,8	125,0	202,1
Chile	A	32,3	20,8	36,3	89,4	37,9	34,7	43,1	105,7
	B	37,5	24,8	43,0	105,3	47,5	32,2	55,5	135,2
Ecuador	A	5,9	2,7	3,6	12,2	7,2	3,3	4,4	14,9
	B	7,0	3,3	4,3	14,6	9,2	4,6	5,8	19,6
El Salvador	A	3,6	2,3	2,5	8,4	4,6	3,0	3,3	10,9
	B	3,9	2,5	2,8	9,2	5,2	3,5	3,7	12,4
Guatemala	A	3,2	1,9	4,8	9,9	4,1	2,4	6,2	12,7
	B	3,5	2,1	5,2	10,8	4,6	2,8	7,0	14,4
Haití	A	0,8	0,1	5,3	6,2	0,8	0,2	5,9	6,9
	B	0,9	0,2	6,4	7,5	1,1	0,2	7,8	9,1
Honduras	A	1,0	1,7	3,3	6,0	1,2	2,3	4,2	7,7
	B	1,1	1,9	3,6	6,6	1,4	2,6	4,8	8,8
México	A	89,1	66,1	186,9	342,1	113,8	86,7	241,9	442,4
	B	104,0	79,8	228,9	405,7	143,4	114,8	312,8	571,0
Nicaragua	A	1,4	0,4	3,1	4,9	1,8	0,5	4,1	6,4
	B	1,5	0,4	3,4	5,3	2,0	0,6	4,7	7,3
Panamá	A	3,5	1,0	6,7	11,2	4,3	1,1	8,2	13,6
	B	4,0	1,1	7,9	13,0	5,3	1,5	10,5	17,3
Paraguay	A	0,8	0,6	1,5	2,9	0,9	0,6	1,7	3,2
	B	0,9	0,7	1,8	3,4	1,2	0,9	2,2	4,3
Perú	A	13,6	10,1	27,0	50,7	17,0	13,1	34,2	64,3
	B	16,0	12,5	32,3	60,8	21,7	18,1	44,7	84,5
República Dominicana	A	1,7	0,9	5,1	7,7	2,0	1,2	6,2	9,4
	B	2,0	1,1	6,1	9,2	2,6	1,5	8,1	12,2
Uruguay	A	23,1	14,6	36,4	74,1	26,6	17,0	42,3	85,9
	B	26,8	17,3	43,0	87,1	33,2	22,0	54,3	109,5
Venezuela	A	17,4	13,3	51,1	81,8	22,5	17,3	67,2	107,1
	B	18,7	14,3	53,4	86,4	25,1	19,4	75,8	120,3
América Latina . . .	A	615,5	393,9	1.127,9	2.137,3	769,6	505,1	1.428,0	2.702,7
	B	725,6	467,7	1.359,4	2.561,7	984,8	672,2	1.888,8	3.545,8

bajo consumo recorrerán el tradicional camino de la relación ingreso-consumo ya señalado por los países de ingresos más elevados; en otras palabras, ascenderán uno tras otro por la curva que expresa la relación ingreso-consumo. Pero esto

no sucederá necesariamente y bastan dos ejemplos para demostrarlo. En el documento del Sr. Stevenson¹ se señala

¹ ST/ECLA/CONF.3/L.2.2, *Tendencias del consumo de papeles y cartones industriales y de envoltura y empaque*, por Louis T. Stevenson.

cómo el aumento reciente del consumo de papel en los Estados Unidos se ha debido al hecho de que el papel ha desplazado a otros materiales; por ejemplo, la botella de leche hecha de vidrio ha sido reemplazada en gran parte por el envase de papel encerado. ¿Es dable suponer que el papel sustituirá a otros materiales en América Latina sólo cuando el nivel de los ingresos se aproxime a los niveles actuales alcanzados en los Estados Unidos o en Europa? Es indudable que no, pues el progreso técnico en la fabricación de papel y en su transformación, indispensable para que el papel entre en competencia con otros productos, ha sido ya logrado fuera de América Latina. Gracias a los adelantos técnicos recientes, el papel podrá reemplazar a otros materiales mucho antes y su consumo llegará a un nivel muy superior al registrado en los países más avanzados cuando en éstos el nivel de ingresos reales correspondía todavía al que se registra hoy en los países menos desarrollados.

Otro ejemplo: las exportaciones de América Latina tienen que competir en los mercados del mundo con las exportaciones procedentes de otras regiones y con artículos producidos dentro de la región. Muchos de éstos son llevados al mercado en paquetes o envases muy superiores a los que se consiguen actualmente —o se conseguirán en mucho tiempo— en los mercados de América Latina. Pero, por muy lenta que sea la evolución de la calidad del empaque en América Latina, los exportadores de esta región se verán obligados —quieranlo o no— a mejorarla si sus productos han de competir con éxito en los mercados del mundo. Como en el ejemplo anterior, también en este caso los progresos realizados fuera de la región imponen dentro de ella un nivel de consumo más alto que el que indicaría la relación convencional ingreso-consumo.

Estos ejemplos (y pueden citarse otros) demuestran, por una parte, las consecuencias de vivir en lo que se ha dado en llamar "un mundo único"; por otra parte, dan a entender que las estimaciones a que se ha llegado en este documento pueden ser demasiado moderadas.

En el cuadro 10 se presentan las hipótesis relativas a las tasas de aumento en el ingreso por habitante, tasas de crecimiento de la población y elasticidad-ingreso para cada país latinoamericano; las estimaciones sobre consumo futuro derivadas de estos datos figuran en el cuadro 11. En el cuadro 12 se presenta un resumen sobre América Latina en su totalidad.

Recientemente la UNESCO solicitó de la Unidad de Investigaciones dependiente de *The Economist*, de Londres, un estudio acerca de la demanda futura de papel de diario, papel de imprenta y de escribir. Los pronósticos solicitados se comparan en el cuadro de la página siguiente con las estimaciones consignadas en el presente documento.

Respecto al papel de diario, la estimación dada por UNESCO es semejante a la correspondiente a 1960 del presente estudio y representa el término medio entre las estimaciones superior e inferior correspondientes a 1965. En el caso de los papeles de imprenta y de escribir, la estimación no ajustada de la UNESCO es inferior a la más baja que se da en este documento, y la cifra ajustada se asemeja a tal estimación. El ajuste se ha efectuado para indicar que estos tipos de papel no siempre se distinguen claramente en las estadísticas de producción y comercio. Debido a dificultades de clasificación, es imposible precisar si las cifras básicas y las estimaciones CEPAL/FAO/AAT son muy exageradas, o si las cifras básicas ajustadas y pronósticos de la UNESCO pecan de excesiva modestia. Naturalmente, toda exageración en las cifras presentadas por la FAO y la CEPAL están

compensadas en las cifras y pronósticos correspondientes a otras clases de papel y cartón.

4. PRODUCCIÓN Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE AMÉRICA LATINA EN RELACIÓN CON LAS NECESIDADES FUTURAS

Procede ahora comparar las estimaciones de las necesidades futuras, tal como quedaron expuestas en la sección precedente, con la capacidad de producción actual y con los planes formulados hoy día para aumentar esa capacidad. Las estimaciones de demanda futura se basaron en el consumo medio en los años 1948-52; por consiguiente, conviene tomar como año base el de 1950 para examinar la situación presente y futura. Como este documento trata principalmente de las perspectivas en un período de duración media y de sus consecuencias en un período de mayor duración y no de la situación de los suministros en un período breve, conviene también comparar la capacidad probable de 1965 con las necesidades correspondientes a ese año.

En 1950 la producción local ascendió aproximadamente a 725 mil toneladas, de las cuales 53 mil eran de papel de diario, pero la capacidad de producción nominal de la industria de papel en 1950 fué mucho mayor, pues llegó a unas 250 mil toneladas. Suponiendo que la capacidad de producción pudiera utilizarse al 100 por ciento en el caso del papel de diario y al 90 por ciento respecto de otros tipos de papel y cartón, la capacidad de producción real en 1950 puede estimarse en 864 mil toneladas (incluso 54 mil de papel de diario). Esta estimación es probablemente muy alta, pues la mayoría de las fábricas manufacturan una gran variedad de productos, lo cual origina frecuentes cambios en la fabricación y pérdidas en la capacidad de producción. Además, algunas de las fábricas integradas situadas a gran distancia de los recursos forestales —especialmente en México— suelen verse afectadas por la escasez temporal de madera para pasta, lo que impide a su vez el aprovechamiento total de la capacidad de producción.

Actualmente están preparándose en América Latina varios proyectos para ampliar la capacidad de las fábricas existentes, así como también para establecer nuevas indus-

Cuadro 12

AMÉRICA LATINA: ESTIMACION DE LA DEMANDA DE PAPEL EN 1960 Y 1965

(Miles de toneladas)

	Papel de diario	Otros tipos de papel y cartón	Total
Consumo medio, 1948-52	393	939	1.332
Estimación del consumo en 1960:			
Hipótesis A	615	1.522	2.137
Hipótesis B	726	1.836	2.562
Estimación del consumo en 1965:			
Hipótesis A	770	1.933	2.703
Hipótesis B	985	2.561	3.546
Aumento del porcentaje sobre 1948-52:			
En 1960: Hipótesis A	56	62	60
Hipótesis B	85	96	92
En 1966: Hipótesis A	96	106	103
Hipótesis B	151	173	166

	Papel de diario (Miles de toneladas)			Papel de imprenta y de escribir (Miles de toneladas)		
	CEPAL/FAO/AAT desarrollo económico mínimo	AAT favorable	UNESCO	CEPAL/FAO/AAT desarrollo económico mínimo	AAT favorable	UNESCO
Año 1960	615	726	714	394	505	344 sin ajustar 396 ajustado
Año 1965	770	985	895	477	672	436 sin ajustar 502 ajustado

trias. La lista de estos proyectos (incluso los llevados a cabo desde 1950) consta en el cuadro 13.¹

En esta lista, que es bastante completa, se mencionan las nuevas fábricas y ampliaciones llevadas a cabo desde 1950, las nuevas fábricas y ampliaciones en construcción; los proyectos que han llegado a la etapa avanzada de planificación, los proyectos que no han pasado todavía de la etapa de estudio preliminar y los objetivos generales que no han cristalizado en proyectos concretos.

De lo que antecede se desprende que los proyectos de la lista no serán necesariamente realizados en su totalidad. Es posible que después de nuevos estudios se llegue a la conclusión de que algunos de ellos no son factibles por una o varias razones. Además, de aquí a 1965 queda mucho tiempo para formular y aplicar otros numerosos proyectos, pues el período que media entre los estudios preliminares y la iniciación de todas las actividades de una nueva fábrica no debe exceder de 3 a 5 años, siempre que las condiciones sean favorables. Sin embargo, la intensa labor de estudio llevada a cabo en América Latina en los tres últimos años revela la posibilidad de que cualquier proyecto que se formule y que no esté incluido en la lista mencionada represente una variación de planes ya sometidos a estudio y no un plan totalmente nuevo. Así pues, los totales consignados al pie del cuadro 13, correspondientes a la capacidad de producción, exageran los progresos que se espera alcanzar si sólo se tienen en cuenta los planes actuales, pero es posible que disminuyan en su verdadero valor los que se lograrán en definitiva en 1965.

Con el objeto de valorar las posibilidades de un desarrollo ulterior de la industria de papel y celulosa en América Latina, es importante comparar la capacidad adicional prevista actualmente con las necesidades futuras.

Suponiendo que se realicen todos los proyectos enumerados, la capacidad de producción latinoamericana aumentará en 1965 a cerca de 1.460.000 toneladas, inclusive 185 mil de papel de diario. Esta estimación de la capacidad futura se compara en el cuadro 14 con las necesidades futuras, tal cual fueron determinadas antes, teniendo en cuenta las dos hipótesis a que se ha hecho referencia.

Suponiendo que todos los proyectos enumerados en el cuadro 13 sean llevados a cabo en su totalidad, esto significa que en 1965 la producción de papel en América Latina será inferior en 1,25 millones de toneladas a la requerida para satisfacer las necesidades probables, aun si se adopta la actitud más pesimista acerca de la tasa de desarrollo económico en los años próximos; casi la mitad del papel faltante será de diario. En las condiciones económicas más favorables, el déficit excedería de 2 millones de toneladas, incluyendo 800 mil de papel de diario. Si se lograra una tasa de desarrollo realmente elevada y comparable a la que se registró

inmediatamente después de la guerra, el déficit sería aún mayor.

En todo caso, el déficit será tan enorme que no podrá cubrirse con las importaciones al nivel actual (1950-52). Aun si se adopta la actitud más prudente acerca del futuro, conviene señalar que América Latina tendrá que importar 600 mil toneladas más de papel sobre las que importa actualmente para satisfacer sus necesidades. De ser la situación más favorable, tendría que importar casi 1,5 millones más de toneladas de las que importa ahora. El costo de las importaciones de papel (expresado en el equivalente en dólares al precio actual) aumentaría de unos 115 millones a 230 según la hipótesis de menor cuantía y casi a 400 según la hipótesis de mayor cuantía.

Las cifras precedentes se refieren únicamente al papel; conviene también evaluar la situación futura en lo que respecta a la celulosa. A manera de ejemplo, puede suponerse que las importaciones de papel en 1965 se mantendrán al nivel actual (promedio 1950-52). Con objeto de producir en América Latina la cantidad de papel requerida para satisfacer las necesidades al nivel de las dos hipótesis mencionadas (A y B), se requeriría la cantidad de pasta² expresada en el cuadro 15.

Además de las cantidades de pasta indicadas, en el caso A se necesitarían unas 400 mil toneladas de otro tipo de material fibroso (desperdicios de papel, trapos, etc.) y 600 mil en el caso B.

Ahora bien, en 1950 la capacidad de producción nominal de las fábricas de celulosa (integradas y no integradas) de la región era de 238 mil toneladas de pasta química y 218 mil de pasta mecánica por año. La producción real fué de 185 mil y 118 mil toneladas, respectivamente. La gran disparidad entre la capacidad nominal y la producción real de pasta mecánica se debe a una capacidad de producción local excesiva, de unas 100 mil toneladas, principalmente en el Brasil y en México. La mayor parte de las fábricas brasileñas de pasta mecánica son pequeñas y antieconómicas, y experimentan grandes dificultades para comercializar su producto en épocas en que existe un nivel de precios normal; por otra parte, la dificultad de muchas de las fábricas mexicanas para abastecerse permanentemente de madera para celulosa es motivo de interrupciones frecuentes en sus actividades. En lo que toca a la pasta química, la disparidad es menor y se observa principalmente en México, donde la situación es la misma al parecer en lo que respecta a las fábricas de pasta mecá-

² Utilizando los siguientes factores de conversión, calculados a base de las cifras correspondientes al consumo real durante el período trienal 1950-52:

Pasta mecánica:	papel de diario x 0,92 otros tipos de papel y cartón x 0,125
Pasta química:	papel de diario x 0,13 otros tipos de papel y cartón x 0,62
Otras fibras: (trapos y desperdicios de papel)	otros tipos de papel y cartón x 0,26

¹ Basado en el cuadro 24 del capítulo 5 del *World Pulp and Paper and Prospects Resources* (UN/FAO, 1954), pero revisado para tener en cuenta la información más reciente.

Cuadro 13

AMERICA LATINA: LISTA DE FABRICAS DE PAPEL Y CELULOSA INSTALADAS, EN CONSTRUCCION O QUE PROBABLEMENTE SERAN CONSTRUIDAS DURANTE EL PERIODO 1950-65

País y Lugar	(Capacidad anual en miles de toneladas)				Procedimiento ^b	Materia prima	Observaciones	
	Papel de diario	Otros tipos de papel y cartón	Pasta mecánica	Pasta química				
Argentina	Zarate	60	..	50	..	1	Salicáceas	20.000 tons. construída
—	Puerto Piray . . . . .	..	..	..	30	2	Araucaria	En construcción
—	Otros . . . . .	..	120	..	60	..	..	Argentina - plan quinquenal
Brasil ^a	Sao Paulo I y IA . . . . .	..	18	..	34	3	Eucalipto	Instalación 1955, 1957
—	Sao Paulo II, III y IV . . . . .	..	10	..	44	4	Eucalipto	Instalación 1957, 1958 y no especificado
—	Sao Paulo V . . . . .	..	7	..	7	5	Bagazo	Instalación 1954
—	Paraná VI, VIA y VII . . . . .	..	71	..	70	4	Araucaria	Fechas no especificadas
—	Stá. Catarina VIII y IX . . . . .	..	52	..	62	4	Araucaria	Instalación 1955 y fechas no especificadas
—	Est. do Río X, XI . . . . .	..	..	..	34	3	Bagazo	Fecha no determinada
—	Alagoas y Pernambuco XII y XIII . . . . .	..	..	..	18	?	Bagazo	Fecha no determinada
Colombia	Cali . . . . .	..	24	..	10	1 y 4	Pasta imp. y bagazo	Instalada
—	Cali . . . . .	..	12	..	..	..	Pasta imp. y bagazo	Ampliación, en construcción
—	Puerto Boyaca	20	..	20	..	..	Maderas tropicales mixtas	..
Costa Rica	Río Pacuare . . . . .	..	3	..	3	3	Abaca	Instalada
Cuba	? . . . . .	..	20	..	15	..	Bagazo	..
Chile	Valdivia . . . . .	..	5	..	..	..	..	Instalada
—	Concepción	44	11	40	50	1 y 4	Pinus radiata	En construcción
Ecuador	Latacunga . . . . .	..	3	..	3	..	Residuos agrícolas	Instalada
México	Chihuahua . . . . .	..	..	..	26	2	Coníferas	Instalada
—	Chihuahua . . . . .	..	..	10	..	1	Coníferas	..
—	Durango . . . . .	..	..	60	..	1	Coníferas	..
—	Michoacán . . . . .	..	..	..	30	4	Coníferas	..
—	Ayotla . . . . .	..	..	..	9	5	Bagazo	Instalada
—	Ciudad de México (San Cristóbal) . . . . .	..	6	..	9	6	Bagazo	Instalada
—	Monterrey . . . . .	..	12	..	..	?	Bagazo	..
—	Ciudad de México . . . . .	..	..	..	12	4	Coníferas (?)	Proyecto de ampliación terminado
—	Ciudad de México . . . . .	..	22	..	..	..	Desperdicios de papel y celulosa	3 proyectos, ya funcionando
—	Ciudad de México . . . . .	..	15	..	..	..	Bagazo, etc.	..
—	Yucatán . . . . .	..	30	..	30	4	Maderas tropicales mixtas	..
Perú	Pucallpa	15	3	10	5	1 y 4	Cecropia	..
República Dominicana	Río Haina . . . . .	..	10	..	7	5	Bagazo	..
Venezuela	Lago Valencia . . . . .	..	12	..	10	5	Bagazo	..
Total América Latina		139	466	190	578			

^a Véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.2.0.

^b 1, Pasta mecánica; 2, Sulfito; 3, Soda; 4, Sulfito; 5, Soda cáustica-cloro; 6, Mecánico químico modificado.

Cuadro 14

AMERICA LATINA: DEFICIT EN LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE PAPEL EN 1965

(Miles de toneladas)

Categoría	Capacidad en 1950	Aumento de capacidad en 1950-65	Estimación de capacidad en 1965	Papel necesario en 1965		Déficit de la capacidad en 1965			
				Mínimo	En condiciones favorables	Sin importar papel		Importando papel al nivel de 1950-52	
						A	B	A	B	A	B
Papel de diario	55	140	195	770	985	575	790	220	435
Otros tipos de papel y cartón	810	465	1.275	1.935	2.560	660	1.285	375	1.000
Total	865	605	1.470	2.705	3.545	1.235	2.075	595	1.435

nica. Por esta razón, se supone que en 1950 la capacidad de producción efectiva de América Latina fué de 120 mil toneladas de pasta mecánica y 200 mil de pasta química.

En lo que respecta a los proyectos enumerados en el cuadro 13, se observará que, si se llevaran a cabo los planes actuales, la capacidad de producción latinoamericana aumentaría entre 1950 y 1965 en 190 mil toneladas de pasta mecánica y 580 mil de pasta química. También es posible comparar la capacidad total prevista para 1965 con la cantidad de pasta que se necesitará de acuerdo con cada una de las hipótesis referentes a la tasa de desarrollo económico.

Cuadro 15

AMERICA LATINA: NECESIDADES DE CELULOSA EN 1965 (SUPONIENDO QUE SE MANTENGA EL NIVEL DE LAS IMPORTACIONES DE PAPEL)

(Miles de toneladas)

	Pasta mecánica	Pasta química
Hipótesis A	590	1.080
Hipótesis B	860	1.490

Las cifras resultantes se presentan desde dos puntos de vista: se supone, primero, que no se importará celulosa en 1965 y alternativamente, segundo, que se importará en la misma cantidad que en 1950-52. Conviene señalar que en todas las cifras está implícita la suposición de que se mantendrá el nivel de las importaciones de papel correspondiente a 1950-52.

Combinando los cuadros 14 y 16, es posible resumir de la

manera siguiente las perspectivas para 1965 en lo que respecta a papel y celulosa en su conjunto.¹

En el cuadro 18 se expresaron los planes presentes en porcentos de las necesidades probables.

Así pues, si la región alcanza un ritmo de desarrollo económico favorable en los 10 años próximos, los planes actuales no bastarán para satisfacer las necesidades y habrá un déficit de 1,5 millones de toneladas de papel (entre éstas, medio millón de toneladas de papel de diario) y de 1 millón de toneladas de celulosa (más de la mitad de pasta mecánica). Estas cifras podrían fácilmente sobrepasarse si se alcanzara un desarrollo excepcional, es decir, si se obtuvieran los niveles de rápido desarrollo de los últimos años. Pero si el desarrollo económico llega únicamente a los niveles mínimos supuestos en el caso A, el déficit probable será de 600 mil toneladas de papel y 300 mil de celulosa. Sólo en el caso de la pasta química el déficit casi desaparecería.

Todas estas cifras se basan en la suposición de que en 1965 será posible importar papel y celulosa conforme al nivel actual.

¹ No se ha examinado la situación que se presentaría si no se importara papel ni celulosa. Para que ello fuera posible no sólo sería necesario aumentar la capacidad de producción de papel y celulosa a fin de prescindir de las importaciones actuales de esos productos, sino que habría que producir más celulosa para poder fabricar el papel que ya no se importa. En esa situación, el déficit en la capacidad total de producción sería como sigue:

	A	B
	Desarrollo económico mínimo	Desarrollo económico favorable
	(Miles de toneladas por año)	
Papel de diario	575	790
Otros tipos de papel y cartón	660	1.285
Pasta mecánica	640	915
Pasta química	520	935

Cuadro 16

AMERICA LATINA: DEFICIT DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE CELULOSA EN 1965

(Miles de toneladas)

Categoría	Capacidad en 1950	Aumento de capacidad en 1950-65	Estimación de la capacidad en 1965	Celulosa necesaria en 1965		Déficit de la capacidad en 1965			
				Mínimo	En condiciones favorables	Sin importar celulosa		Importando celulosa al nivel de 1950-52	
						A	B	A	B	A	B
Pasta mecánica	120	190	310	590	860	280	550	255	525
Pasta química	200	580	780	1.080	1.490	300	710	35	445
Total	320	770	1.090	1.670	2.350	580	1.260	290	970

Cuadro 17

AMERICA LATINA: CAPACIDAD ADICIONAL, REQUERIDA Y PROYECTADA, DE PAPEL Y CELULOSA, 1950-65
(Miles de toneladas)

	Capacidad adicional requerida		Capacidad adicional proyectada	Necesidades adicionales en 1965 (capacidad extra, en exceso de los planes actuales, o importaciones adicionales)	
	A (desarrollo económico mínimo)	B (desarrollo económico favorable)		A (desarrollo económico mínimo)	B (desarrollo económico favorable)
Papel de diario	360	575	140	220	435
Otros tipos de papel y cartón	840	1.465	465	375	1.000
Pasta mecánica	445	715	190	255	525
Pasta química	615	1.025	580	35	445

Cuadro 18

AMERICA LATINA: CAPACIDAD PROYECTADA, EN PORCIENTOS DE LA CAPACIDAD REQUERIDA

(Suponiendo que no se reduzcan las importaciones de papel y celulosa)

Hipótesis	Papel de diario	Otros tipos de papel y cartón (Porcientos)	Pasta química	Pasta mecánica
A: desarrollo económico mínimo	36	55	42	94
B: desarrollo económico favorable	23	32	26	58

¿Significa esto que en caso de que se lograra un desarrollo económico mínimo habría el peligro de expansión excesiva de la capacidad para producir pasta química? La respuesta es negativa por diversas razones, algunas de las cuales se desprenden claramente del gráfico 5, en el que se resumen algunos datos contenidos en el cuadro 17 y se presenta también un análisis "por etapas" de los proyectos enumerados en el cuadro 13. Ese análisis se basa en la información más reciente que ha sido posible obtener.

En primer lugar, muy pocos de los proyectos enumerados están terminados o en vía de realizarse. Es verdad que muchos han llegado a la etapa de planificación avanzada, pero otros muchos se encuentran todavía sólo en la de estudio preliminar. Por lo tanto, suponer que todos estos proyectos serán llevados a la práctica es adoptar una actitud muy optimista.

En segundo lugar, es muy probable que las tasas mínimas de desarrollo económico sean sobrepasadas; ya lo fueron con creces durante los años 1950-54.

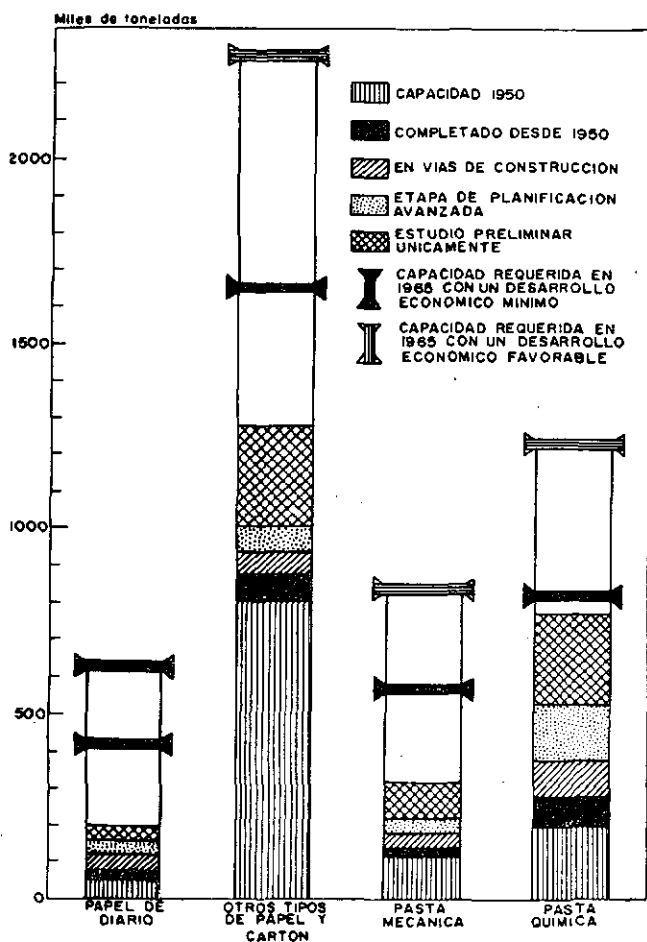
En tercer lugar, como ha quedado demostrado en la comparación entre necesidades y capacidad probable, el déficit es mayor en materia de pasta mecánica. Hasta ahora este tipo de pasta sólo se ha fabricado a base de coníferas, y aunque en América Latina no hay por cierto escasez de esta clase de madera, únicamente se encuentra en determinadas regiones. A menos que se logre obtener de maderas tropicales un producto sustitutivo de la pasta mecánica y de interés desde el punto de vista económico,¹ para ciertos fines será necesario reemplazar la pasta mecánica por pasta química. Además, los países en que abunda el bagazo, pero

¹ Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L. 3.13, *El empleo en la fabricación del papel de diario de pasta blanqueada a la soda cáustica fría, derivada de ciertas mezclas de especies latifoliadas latinoamericanas*, por G. H. Chidester.

donde hay escasez de madera, posiblemente utilicen la pasta química de bagazo en vez de la pasta mecánica para la fabricación de productos tales como el papel de diario. Por los motivos expuestos, se puede esperar que las necesidades de pasta química en 1965 serán superiores a las estimaciones y menores, en un grado correspondiente, las necesidades de pasta mecánica.

Gráfico 5

AMERICA LATINA: CAPACIDAD DE PRODUCCION DE PAPEL Y CELULOSA, NECESIDADES Y PLANES. (SUPONIENDO QUE NO DISMINUYAN LAS IMPORTACIONES DE PAPEL Y CELULOSA)



Cuadro 19

COMPARACION ENTRE LOS AUMENTOS (ESTIMADOS) DE LAS NECESIDADES DE PAPEL Y DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE PAPEL EN CIERTAS REGIONES, 1950-52 A 1960-62

(Miles de toneladas por año)

Región	Importaciones en 1950	Producción 1950-52	Capacidad adicional en 1950-52 (estimación)	Aumento de la demanda en 1960-62 (estimación)	Aumento del déficit en comparación con 1950-52
Lejano Oriente (sin incluir China y Japón) . . .	375	190	392	465	73
Cercano Oriente y Oriente Medio	74	27	68	49	19
Africa	360	90	128	260	132
Oceanía	388	287	179	325	146
Total para las cuatro regiones	1.197	594	767	1.099	332
De éstas:					
papel de diario	428	51	219	325	106
otros tipos de papel y cartón	769	543	548	774	226

Hasta ahora, en el presente estudio, se han examinado las necesidades de América Latina en su conjunto en relación con los planes globales de la región. Pero cualquier aumento de la producción será absorbido en general en el mercado local interno y no se pondrá a disposición de otros mercados dentro de la región. Por ejemplo, aquellos países que, por sus planes para aumentar la capacidad de producción, estén muy próximos a satisfacer sus necesidades internas, disfrutarán de un aumento más rápido en los niveles de consumo; en cambio, en otros no mejorará necesariamente la situación.

Por estas razones, es sumamente ilusoria la alta cifra (94 por ciento) de la capacidad de pasta química proyectada en relación con las necesidades futuras mínimas. Los planes actuales para ampliar la capacidad de producción no lograrán satisfacer la necesidad, según se prevé, de todos los tipos de papel y celulosa y el déficit es mucho mayor en lo que respecta a la pasta mecánica y al papel de diario.

5. OTRAS REGIONES DEFICITARIAS

América Latina no es la única región que siempre ha recurrido a los centros tradicionales que producen papel y celulosa para obtener parte del papel que necesita. Todas las demás regiones menos desarrolladas —Africa, el Oriente Medio, el Cercano Oriente y el Lejano Oriente— han importado de Europa y de América del Norte gran parte del papel que requieren; aun Oceanía (sobre todo Australia y Nueva Zelanda), donde los niveles de consumo son relativamente altos, ha dependido y continúa dependiendo en gran medida de las importaciones. En un estudio reciente¹ acerca del panorama futuro en estas regiones, se compara el probable aumento de las necesidades de papel hasta 1960-62 con el de la capacidad de producción interna que puede lograrse en esa fecha. Las conclusiones correspondientes se resumen en el cuadro 19.

Así pues, aun si todos los proyectos sometidos a estudio en esa época fueran llevados a la práctica en 1960-62 (e informes posteriores sobre los progresos realizados dan a entender que suponer tal cosa sería adoptar una actitud extremadamente optimista), el déficit total en esas regiones aumentaría en más de 300 mil toneladas, incluyendo 100 mil de papel de diario. China y Japón no están comprendidos en estas cifras, pues se supone que estos dos países

podrán atender por sí solos a sus necesidades cada vez mayores. En el Japón la producción y el consumo de papel están aumentando con suma rapidez, pero en la industria de papel y celulosa de dicho país se plantean problemas tan difíciles en lo que respecta a materias primas que no se puede confiar en que el Japón contribuya en forma importante a reducir el déficit en el resto de la región. También en China el consumo de papel está aumentando rápidamente y se presume que las existencias nacionales tendrán que ser complementadas durante mucho tiempo con productos importados.

De este breve resumen sobre la situación en otras regiones se infiere lo siguiente: primero, hay pocas probabilidades de que América Latina obtenga sus importaciones de papel y celulosa de otras fuentes que no sean aquéllas a las que siempre ha recurrido; segundo, que, paralelamente al abismo cada vez mayor entre necesidades y capacidad para satisfacerlas recurriendo a fuentes internas latinoamericanas, se producirá una evolución semejante en las otras regiones del mundo donde hay actualmente déficit de papel y celulosa.

6. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El precedente examen de las perspectivas de América Latina en lo que respecta a papel y celulosa, permite formular las conclusiones siguientes:

a) En 1965 las necesidades de papel de la región se habrán duplicado por lo menos en comparación con 1948-52. De lograrse un desarrollo económico favorable, aumentarán considerablemente las necesidades de papel de la región.

b) Muchos proyectos para ampliar la capacidad de producción de la región están en vías de ser aplicados, o en la etapa de la planificación, o sometidos a estudio. Aunque todos ellos fueran llevados a cabo, no lograrían satisfacer el aumento de la demanda que está previsto.

c) A menos que la capacidad de producción aumente con más rapidez que lo que se preve en la actualidad, sólo un aumento muy pronunciado en las importaciones de papel y celulosa permitirá a la región satisfacer plenamente sus necesidades.

d) Es poco probable que la región sea capaz de importar en la escala requerida, o que en los centros productores tradicionales se encuentren disponibles cantidades tan importantes para exportarlas a América Latina, pues las necesidades están aumentando con más rapidez que la capacidad de producción en otras regiones del mundo también defici-

¹ NU/FAO, *World Pulp and Paper Resources and Prospects*.

tarias actualmente, que recurren a Europa y América del Norte para obtener los suministros que necesitan.

e) Por consiguiente, debe tratarse por todos los medios posibles de acelerar el ritmo de aumento de la capacidad de producción insistiendo en la aplicación de aquellos proyectos ya en estudio que sean factibles y examinando nuevas posibilidades de lograr ese objetivo.

f) Uno de los problemas más urgentes es el de desarrollar fuentes de pasta mecánica barata, o pastas sustitutivas de la pasta mecánica, para la fabricación de papel de diario.

En resumen, América Latina, al igual que las demás regiones deficitarias del mundo, está ante tres posibilidades: a) lograr una expansión notable en la producción interna de papel y celulosa; b) asegurar un aumento considerable en las importaciones de tales productos, o c) contentarse con bajos niveles de consumo de papel. Naturalmente, ninguna de estas posibilidades excluye a las otras, pero en el grado en que sea imposible obtener suministros adicionales, de procedencia interna o extranjera, en ese mismo grado será imposible que el consumo de papel llegue al nivel que se considere adecuado dada la etapa de progreso material y cultural alcanzado en la región latinoamericana.

Hay que reconocer que el subconsumo de papel no tiene ninguna consecuencia extraordinaria. Hay cientos de maneras de economizar papel y de sustituirlo que pueden mitigar los efectos de su escasez. El hecho de que muy pocos tipos de papel sean, en último análisis, bienes de consumo tiende a empañar las consecuencias del abastecimiento inadecuado de papel. El comprador de diarios compra noticias y no papel de diario; la escasez y carestía de papel de diario no permite dar al público toda la información que sería deseable, perjudicando así el funcionamiento pleno del sistema democrático. El papel de imprenta es el trasmisor de la educación, la ciencia y la cultura. Ningún gobierno ha estado a punto de desmoronarse por no haber libros de texto en cantidad suficiente en las escuelas, pero nadie negará que la escasez de papel de diario puede provocar daños incalculables. Es ridículo emprender campañas contra el analfabetismo si no se dispone de papel de imprenta y de escribir en cantidades suficientes. Se seguirán produciendo, distribuyendo y consumiendo artículos, se disponga o no de abundantes suministros de papel y cartón de envoltura y empaque, pero la distribución de tales artículos será menos eficaz, menos higiénica y más onerosa. Para muchas aplicaciones —especialmente en la industria y la construcción— hay numerosos artículos que pueden reemplazar al papel y al cartón, pero a menudo entrañan un empleo mayor de mano de obra o de recursos o de ambas cosas a la vez.

En consecuencia, el aumento constante del nivel de consumo de papel debe considerarse como elemento indispensable del mejoramiento de las condiciones de vida, tanto desde el punto de vista material como cultural. Los gobiernos de todos los países latinoamericanos han reconocido esto desde hace tiempo y todos ellos han tratado de proporcionar a sus pueblos mayores cantidades de papel. La conclusión principal que se desprende de este documento es que no deben debilitarse los esfuerzos en este sentido.

Como se señaló antes, América Latina no puede esperar obtener del exterior las cantidades de papel, cada vez más cuantiosas, que necesita para subvenir a sus necesidades legítimas. Es dudoso que las fuentes tradicionales a las que se ha recurrido dispongan de suministros exportables en esa escala y más dudoso aún que los países latinoamericanos puedan contar con los medios de pago para obtenerlos. Sin embargo, aumentarán las importaciones destinadas a esta región y, con toda probabilidad, se modificará su composi-

ción. En los numerosos documentos presentados a esta Junta se da a entender claramente que, a pesar del esfuerzo realizado para estimular la producción de papel en América Latina, falta todavía mucho para resolver el problema de lograr un aumento sustancial en la producción de papel de diario. A ello se oponen razones tanto de orden técnico como económico. Desde el punto de vista técnico, la región posee coníferas adecuadas para la fabricación de ese tipo de papel. En los últimos tiempos ha sido posible fabricar papel de diario utilizando el bagazo como materia prima. Diversos tipos de madera de plantaciones pueden ser transformados en papel de diario. Sin embargo, no se ha descubierto hasta ahora la manera de aprovechar las maderas tropicales heterogéneas, que constituyen los recursos más abundantes de la región. Muchos mercados latinoamericanos son pequeños y el tamaño mínimo de interés económico para las fábricas de papel de diario es muy inferior al que sería necesario para la mayoría de las fábricas de otros tipos de papel. La producción de papel de diario no ofrece para el capital invertido utilidades tan atrayentes como las que dejan otros tipos de papel.

Por éstas y otras razones, aumentará la necesidad de la región de importar papel de diario. Cabe preguntarse si podrá atenderse a esta necesidad. Es un hecho que los abastecedores europeos y canadienses se interesarían más en alimentar el mercado latinoamericano si se sintieran seguros de que tal intercambio no ha de estar sujeto a interrupciones debidas, por ejemplo, a cambios bruscos en los programas de importación. Ante la posibilidad de contar con un mercado permanente y estable, los países que siempre han llevado la delantera en la producción reajustarán su capacidad para atender ese mercado. Naturalmente, hay también cierta incertidumbre desde el punto de vista de la otra parte, pues sólo una pequeña fracción del comercio mundial de papel de diario es libre. Prescindiendo de los numerosos vínculos directos entre productor y consumidor, cabe señalar que gran parte del comercio se efectúa a base de contratos a largo plazo de grandes cantidades de mercaderías. De vez en cuando el mercado interno, del cual dependen en gran medida los pequeños consumidores, se ve invadido por los grandes consumidores; los pequeños consumidores, aun en Europa y América del Norte —y mucho más en América Latina—, han visto cómo las cantidades de papel disponibles son arrebatadas por los grandes consumidores y han tenido dificultades para obtener a precios razonables los suministros que necesitaban. Es posible que la ampliación, por parte de los consumidores latinoamericanos, del sistema de compra basado en el cooperativismo, complementada con disposiciones sobre contratos a más largo plazo (con o sin cláusulas sobre precios) contribuya a protegerlos contra la repetición de tales dificultades.

Probablemente el problema de obtener un aumento rápido e importante de la producción de papel de diario en América Latina sea el de más difícil solución de todos los relacionados con el papel y la celulosa. Por muchos años la región necesitará importar de ultramar papel de diario en cantidades cada vez mayores.

La necesidad de importar papel kraft puede también aumentar, pues es éste otro tipo de papel en que las economías de las operaciones en gran escala son muy importantes y, por ende, donde los mercados pequeños no atraen a los inversionistas. Hay algunos tipos especiales de papel —sobre todo industriales— de los cuales se necesitarán cantidades cada vez más cuantiosas, aunque todavía no en cantidad que justifique su producción interna. Finalmente, aunque la producción de papel de la región aumen-

tara en cantidad y diversidad, es probable que se necesite celulosa de fibra larga —de coníferas— para mezclarla con la pasta obtenida en la región.

Sin duda alguna, la magnitud del mercado potencial futuro de América Latina constituirá un gran estímulo para el desarrollo de la producción interna. No obstante, es esencial que los planes futuros, elaborados ya sea por gobiernos o particulares y sociedades privadas, no pierdan de vista la realidad. En los años críticos del auge repentino en la industria del papel, es decir, en 1950-51, brotaron en América Latina gran número de proyectos en materia de papel y celulosa. Al parecer se pensó que si se encontraba un material fibroso del que pudiera obtenerse celulosa, sería posible fabricar y vender papel a un precio lucrativo. Muchos de estos proyectos no resistieron el examen crítico efectuado por un grupo competente de expertos forestales, técnicos en celulosa y economistas. Los inversionistas estaban dispuestos a arriesgarse y podían hacerlo, pero la mayoría de ellos trataron en vano de que se les aconsejara en forma objetiva a fin de poder medir los riesgos.

Cuando en 1952 bajaron los precios de papel en el mundo, se modificó la situación. Es verdad que se olvidaron, como era de suponer, los planes más precipitados, pero al mismo tiempo, como las inversiones de papel y celulosa habían perdido parte de su primitiva atracción, se dejaron de lado varios planes que merecían investigación ulterior y estudio detenido. En realidad, las inversiones no pueden estimularse por condiciones de auge pasajero o por declinaciones a manera de ajuste; deben basarse en una mesurada evaluación de las perspectivas a largo plazo y de mediana duración. Actualmente, tal vez por primera vez desde fines de la guerra, es posible mirar al futuro sin pesimismo ni optimismo exagerados. La actitud progresista ya no necesita estar condicionada por los primeros fulgores de la recons-

trucción de la postguerra, por la incertidumbre de los reajustes de los últimos años de la década 1940-50, por la efervescencia que produjo el auge repentino de 1950-51 o por la ansiedad que provocaron sus consecuencias. Aunque todavía se observa un alto grado de tirantez internacional, es mucho menor que la que prevalecía hace algunos años. Desde el punto de vista económico y político, el mundo tiene hoy mayores posibilidades de volver a condiciones de normalidad —aunque sean un tanto vacilantes e inciertas— que en cualquier momento desde fines de la guerra.

Estas consideraciones generales, junto con las estimaciones y conclusiones que de ellas emanan y que se exponen en este documento, constituyen un punto de partida para los debates de esta Junta; reflejan una perspectiva en general favorable, o mejor dicho, una situación que requiere medidas exactas de prudencia y espíritu de iniciativa.

Conviene proceder con prudencia porque, como es natural, las estimaciones de los costos potenciales de producción en una nueva industria y en un país que no es altamente desarrollado, deberán ser necesariamente provisionales. Por esto, al formular planes para nuevas industrias, rara vez será posible desde un principio confiar, ni siquiera a medias, en que se encontrarán salidas extranjeras para el producto nacional; los numerosos riesgos e incertidumbres que entrañan las ventas a ultramar constituyen argumentos adicionales. En su debida oportunidad florecerán las industrias de exportación, pero lo lograrán porque nuevas industrias demostrarán que no sólo pueden satisfacer la demanda interna, sino que tendrán cada vez mayor confianza en los mercados vecinos.

También es necesario el espíritu de iniciativa porque sin él es muy probable que América Latina tenga que contentarse con niveles de consumo de papel que menoscaben el desarrollo económico y cultural de la región.

**PAPEL DE IMPRENTA Y DE ESCRIBIR. CALCULO APROXIMADO DE LA DEMANDA
EN 1955, 1960 Y 1965¹**

Unidad de Investigaciones de The Economist, Londres, a solicitud de la Organización de las Naciones Unidas
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

A solicitud de la UNESCO, la Unidad de Investigaciones de *The Economist* de Londres, preparó las estimaciones de la demanda posible de a) papel de diario y b) papel de escribir y otros papeles de imprenta, excluido el de diario, para 1955, 1960 y 1965, y para todos los países y territorios donde se espera que la demanda anual para uno u otro grupo de estas mercancías sea por lo menos de 50 toneladas antes de 1965.

Para formular las estimaciones de la demanda, se tomaron especialmente en consideración los siguientes factores:

1) *Tendencias demográficas*. En cada país o territorio se examinaron el nivel actual de población, la tasa de crecimiento de ésta durante los últimos años y los cambios probables, tanto en la cifra total de la población como en la composición por edades.

2) *Tendencias en materia de alfabetismo*. Cuando se dis-

Cuadro 1

PAPEL DE IMPRENTA Y DE ESCRIBIR. CALCULO APROXIMADO DE LA DEMANDA EN 1955, 1960 Y 1965
(Miles de toneladas)

	Papel de diario			Otras clases de papel de imprenta y papel de escribir		
	1955	1960	1965	1955	1960	1965
Argentina	170	220	270	90	110	130
Bolivia	3,2	3,6	4,3	1,2	1,5	2
Brasil	140	175	220	85	105	135
Colombia	20	24	30	9	13	17
Costa Rica	2,5	3,2	4,2	0,8	1,2	2
Cuba	38	47	56	..	..	..
Chile	27	30	35	14	17	20
Ecuador	6,5	9	14	2,2	2,6	3,4
El Salvador	3,5	5	6,8	0,5	1,2	2,8
Guatemala	2,5	3,5	4,5	1,5	2	2,5
Haití	0,4	0,7	1,2	0,1 ^a	0,2 ^a	0,4 ^a
Honduras	0,6	0,8	1,2	..	..	..
México	82	100	125	44	55	70
Nicaragua	0,9	1,3	1,8	0,5	0,8	1,1
Panamá	2,6	3,6	4,9	0,9	1,4	2,1
Paraguay	0,6	0,8	1,3	0,5	0,6	0,9
Perú	13	16	20	6	7	9
República Dominicana	1	1,8	3,2	0,4 ^a	0,8 ^a	1,2 ^a
Uruguay	24	28	34	..	..	..
Venezuela	13	18	26	15	19	26
<i>América Latina</i>	551	691	865	317	396	502
Estados Unidos	5.800	6.500	7.250	4.400	4.950	5.600
Canadá	375	425	510	200	230	270
Alaska, Puerto Rico y otros	16	23	32	4	4	5
AMERICA, total	6.742	7.640	8.657	4.921	5.580	6.377
EUROPA (excluyendo la URSS)	2.864	3.411	3.914	2.647	3.137	3.675
ASIA (excluyendo la URSS)	826	1.096	1.408	693	985	1.358
URSS	570	700	1.000	425	525	700
AFRICA	118	144	179	123	150	187
OCEANIA	280	318	382	127	155	190
Total Mundial	11.400	13.310	15.540	8.940	10.530	12.490

^a No se incluye el papel de escribir.

puso de documentación suficiente, se estudiaron las tendencias hacia la eliminación del analfabetismo y se relacionaron con las tendencias demográficas de la población.

¹ Extracto del documento original presentado a la Junta (ST/ECLA/CONF.3/L.2.1) y publicado también como el N° 12 de la serie de estudios del Centro de Documentación del Departamento de Información de la UNESCO.

3) *Tendencias de la producción nacional de papel*. La posibilidad de abastecer parcial o totalmente la demanda con la producción nacional se consideró como uno de los factores importantes que pueden influir sobre el nivel de consumo de papel, al liberar a un país o territorio de eventuales problemas de mercados o de divisas.

4) *Fluctuaciones probables del ingreso*. En ciertos países

fué posible relacionar los niveles actuales del ingreso nacional o del ingreso real por habitante con el consumo de papel; luego se estimó el crecimiento probable del ingreso real en el período considerado para poder determinar, al menos con cierta aproximación, los niveles probables de la demanda futura.

No se ha llegado a las estimaciones a través de comparaciones estadísticas complejas, pues se considera que las variables son tan numerosas y las tendencias a largo plazo tan inciertas que serían dudosos los resultados de un análisis matemático-estadístico. En verdad, se estima que un examen cuidadoso, en cada país o territorio, de las tendencias que se han enumerado es el único método que puede dar resultados verdaderamente útiles.

Las cifras del cuadro de la página anterior son el resultado de tal análisis. Se ofrecen previsiones detalladas por países sólo para América, y de modo especial para América Latina. La falta de antecedentes sobre el consumo de "otras clases de papel de imprenta y papel de escribir" no ha permitido establecer la demanda futura de Cuba, Honduras y el Uruguay. En el caso de la Argentina fué difícil hacer estimaciones para esos dos grupos de papeles, debido a que no se conoce el verdadero nivel de la demanda desde fines de la guerra. En particular, en lo que se refiere al papel de diario, las cifras son especulativas y es probable que no sean exactas, por lo que deben interpretarse con cautela.

TENDENCIAS DEL CONSUMO DE PAPELES Y CARTONES INDUSTRIALES Y DE ENVOLTURA Y EMPAQUE¹

Louis T. Stevenson

1. INTRODUCCIÓN

El progreso alcanzado respecto al uso de papeles de envoltura y de empaque, papeles industriales y cartones en los Estados Unidos —el mayor consumidor de estos tipos de papel en el mundo, tanto en el volumen absoluto como por habitante— permite anticipar la modalidad de desarrollo de otras regiones siempre que el proceso evolutivo sea semejante al de aquel país. En el presente trabajo se comentarán las tendencias del desarrollo de la industria papelera y celulósica en los Estados Unidos, con la esperanza de que su estudio sea de utilidad para esa misma industria en América Latina.

El aumento del consumo de papeles y cartones en los Estados Unidos ha sido facilitado por el desarrollo favorable de varios sectores afines. La expansión asombrosa de la propaganda comercial y la distribución, en escala nacional, de artículos envasados de todos los tipos ha contribuido al sorprendente incremento del consumo de papeles y cartones de envoltura y empaque, motivado por el movimiento de la población del campo hacia la ciudad, donde se adquieren muchos comestibles en paquetes.

El envase de alimentos se ha desarrollado enormemente en los últimos 40 años, y en general el papel y el cartón han sido empleados primordialmente para tal objeto, sin entrar en competencia alguna con otro tipo de productos. El volumen del mercado ha determinado el desarrollo gradual del envasado mecánico, lo que ha permitido la reducción de costos, pues los paquetes salen de las máquinas ya sellados y listos para su embalaje a fin de proceder a su embarque o a su venta por unidades. La expansión de las tiendas en cadena y de los supermercados de alimentos ha fomentado también la venta de unidades empaquetadas. En realidad, sin el embalaje en papeles y cartones no podría existir el supermercado en su forma actual.

2. TIPOS DE PAPEL Y CARTÓN

Antes de comentar las tendencias relativas al empleo y producción de los principales tipos de papel y cartón industriales de envoltura y empaque, conviene establecer la diferencia entre papeles industriales y otras categorías de papel.

Los *papeles industriales* se utilizan en la manufactura de productos industriales de los cuales forman parte integrante. A manera de ejemplo, cabe mencionar el papel para cables eléctricos que se emplea como aislante en la fabricación de dichos conductores.

Los *papeles de envoltura y empaque* incluyen papel para bolsas y sacos de embarque y, en general, toda clase de

papel que sirva para proteger mercaderías en almacén o en tránsito.

Los *cartones* comprenden una amplia gama de productos, generalmente gruesos y pesados, que también se utilizan para proteger mercaderías en almacén o en tránsito. Esta categoría comprende los siguientes grupos: cartón para embarque (*containerboard*); cartón o cartoncillo plegable (*folding boxboard*), que incluye el que se usa para envase de alimentos (*food board*), y cartón rígido para cajas (*set-up boxboard*)

3. TENDENCIAS DEL CONSUMO DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE PAPEL Y CARTÓN

a) Cartón

El grupo más importante, desde el punto de vista del tonelaje, es el que corresponde a los cartones; el consumo total registrado en 1953 fué superior a 12 millones de toneladas. Las tendencias del consumo desde 1899 hasta 1953 inclusive indican un incremento anual de un 5 por ciento.

El *cartón para embarque* es generalmente del tipo corrugado y se usa para la fabricación de cajas. La producción se ha triplicado en 20 años, ya que de 2 millones de toneladas en 1934 aumentó a más de 6 millones en 1953. Las cajas de este tipo de cartón han competido con éxito con huacales, cajones, barriles de madera, etc.

El *cartón o cartoncillo plegable*, que se utiliza en general para fabricar cajas plegadizas y otros envases flexibles, ha aumentado en importancia constantemente, ya que su producción, que representaba menos del millón de toneladas en 1934, pasó a ser de alrededor de 2,3 millones en 1953.

El consumo de *cartón rígido*, con el que se fabrican cajas no desarmables, ha experimentado un aumento muy pequeño. Tanto los cartones plegables como los rígidos se fabrican con papel de desperdicio mezclado con pasta química virgen de madera.

El *cartón para envase de alimentos* como leche, helados, mantequilla y productos congelados es un artículo relativamente nuevo. Su evolución fué moderada hasta 1948, pero a partir de ese año su producción aumentó en más del doble, hasta llegar al millón de toneladas en 1953.

b) Papeles gruesos

En la categoría de papeles gruesos (*coarse paper*) están comprendidos el papel para envolver, para bolsas, para sacos de embarque y otros papeles llamados de conversión que se transforman después en diversos artículos como vasos, cucharas, cajas, etc. El consumo de papel para sacos de embarque, generalmente papel de tipo kraft, revela una curva levemente ascendente, sin contar los descensos registrados en 1949 y 1952. Las demás categorías se subdividen en papeles kraft, cristal, impermeable a la grasa, per-

¹ Versión resumida del documento original (ST/ECLA/CONF.3/L.2.2) en el que se presentan 5 cuadros y 13 gráficos que reflejan el aumento de la producción de diversas categorías de papel y cartón en los Estados Unidos.

gamino vegetal y "otros". Este último grupo comprende los papeles hechos con pasta al sulfito, yute y fibras varias.

El *papel cristal*, el *papel impermeable a la grasa* y el *pergamino vegetal* se utilizan para envolver alimentos al igual que los papeles encerados. La producción de papel del primer grupo que ha tenido que entrar en seria competencia con las películas transparentes, como el *cellophane* y el *pliofilm*, no ha sufrido cambio de importancia últimamente, pero la producción de papel encerado aumentó de 124.000 toneladas en 1937 a 433.000 en 1952.

El consumo de sacos multilaminares para embarque y de varios papeles industriales especiales también reveló una curva ascendente.

c) Papeles y cartones para construcción

Este grupo comprende papel para forro, fieltro para tejados (saturante y seco), materiales para pisos, fieltros para automóviles, papel de asbesto, cartones aislantes y varios tipos de planchas duras. A partir de 1932, el nivel de producción de papel y cartón para construcción, que fué bajo en ese año, ha revelado una pronunciada tendencia ascendente aunque no sin interrupción.

4. DEMANDA FUTURA

El aumento excepcional en el consumo por habitante, tanto de cartón como de papel grueso, revela que constantemente se han descubierto nuevas maneras de emplear estos productos. Si se mantienen los anteriores ritmos de crecimiento, es de esperar que el consumo se duplicará en los próximos 22 años. Sin embargo, conviene tomar en cuenta que el éxito alcanzado en el pasado limita las oportunidades futuras para desplazar a otros materiales. En algunos cajones de madera para embarque ya se está utilizando el cartón, laminándolo con madera terciada para combinar el uso de los dos materiales competidores. Por otra parte, el cartón está desplazando a la madera para el transporte de frutas y verduras. El mejoramiento de la característica de resistencia al agua y la adición de fungicidas para retardar la formación de moho han ampliado aún más el mercado para el cartón. En lo que respecta a papeles de empaque, se han utilizado diversas clases de apresto para dar a las hojas las características que exigen sus aplicaciones especiales. Por ejemplo, los aprestos de polietileno se han utilizado en los papeles destinados al envase de alimentos.

Las amplias facilidades con que cuenta la industria, entre ellas los actuales organismos de investigación para el des-

arrollo de nuevas aplicaciones y usos de productos, auguran el éxito. Entre estos nuevos usos cabe mencionar la cinta sensible a la presión, papeles revestidos de sustancias tóxicas para insectos y moscas, aislantes del calor, hojas duplex de cartón duro y papel o de género y papel y muchos otros productos que se fabrican sometiendo a algún tratamiento o combinación con diversas sustancias químicas, y los papeles resistentes al óxido, al agua y al vapor. Una idea nueva e interesante es la de usar papel desplegado del tipo de nido de abeja para cubrir el piso de los vagones de ferrocarril, a fin de transportar frutas cítricas en sacos. Se estudia también su empleo en la construcción de cajas fuertes y livianas para el transporte. Las estructuras resistentes de cartón kraft acanalado y laminado en secciones tienen numerosas posibilidades de empleo en la construcción de viviendas.

En realidad, parece infinita la variedad de nuevas aplicaciones en el empaquetado con papel y cartón. Su aprovechamiento por la industria depende de realizaciones prácticas y es cuestión de investigación y aplicación, campos en los cuales la industria ha logrado pleno éxito.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El enorme aumento del consumo de papeles y cartones de empaque en los Estados Unidos se ha debido en alto grado a las técnicas de comercialización en gran escala, incluyendo el desarrollo de la propaganda comercial, el envasado en unidades tipo y las técnicas empleadas para la presentación de productos. El cartón se ha prestado admirablemente para estos fines por cuanto puede ser portador del mensaje de propaganda y del artículo de que se trate. Los progresos señalados han facilitado y permitido el desarrollo de las tiendas en cadena y de los supermercados. El papel y el cartón han desempeñado una función importante en el amplio desarrollo del mecanismo de distribución. Las economías por concepto de embalaje, la seguridad en el transporte y el estímulo a la llamada "compra de impulso" o "a primera vista", han sido factores importantes en dicho desarrollo. El consumo por habitante va en aumento y ante el crecimiento de la población se espera que continúe su incremento.

A juzgar por las tendencias del pasado, se prevé una demanda de más de 17 millones de toneladas de cartón para 1965 y de casi 5 millones de papeles mecánicos. La consecución de esos niveles de consumo depende del descubrimiento de nuevas aplicaciones, las que parecen factibles si los fabricantes prosiguen con denuedo sus investigaciones y programas de desarrollo.

TENDENCIAS MUNDIALES DEL CONSUMO DE PAPEL DE DIARIO, OTROS PAPELES DE IMPRENTA Y PAPEL DE ESCRIBIR¹

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

I. PAPEL DE DIARIO

De un promedio anual de 6.340.000 toneladas en 1928-30, el consumo mundial de papel de diario aumentó a un promedio de 9.283.000 toneladas en 1950 y 1951.

En 1931-33, el consumo promedio mundial disminuyó a 5.786.000 toneladas, a causa del decaimiento general en la actividad económica. Aumentó en seguida de 6.508.000 toneladas en 1934 a 8.095.000 toneladas en 1937; pero descendió a 6.801.000 toneladas en 1938 como resultado de una nueva disminución general en la actividad económica.

El consumo mundial de papel de diario disminuyó en forma considerable durante la segunda guerra mundial. Esta disminución fué de 7.071.000 toneladas en 1939 a 4.549.000 toneladas en 1944.

Cuadro 1

CONSUMO MUNDIAL Y LATINOAMERICANO DE PAPEL DE DIARIO

1928 A 1951

Año	Mundo		América Latina		
	Consumo (Miles de toneladas)	Diferencia con el año precedente (Miles de toneladas)	Consumo (Miles de toneladas)	Diferencia con el año precedente (Miles de toneladas)	Porcientos del total mundial
1928...	6.132	..	230	..	3,7
1929...	6.527	+ 395	243	+13	3,7
1930...	6.360	- 167	238	- 5	3,7
1931...	5.961	- 399	214	-24	3,6
1932...	5.663	- 298	220	+ 6	3,9
1933...	5.734	+ 71	222	+ 2	3,9
1934...	6.508	+ 774	262	+40	4,0
1935...	6.776	+ 268	274	+12	4,0
1936...	7.332	+ 556	289	+15	3,9
1937...	8.095	+ 763	345	+56	4,3
1938...	6.801	-1.294	269	-76	4,0
1939...	7.071	- 270	308	+39	4,4
1940...	6.279	- 792	288	-20	4,6
1941...	5.854	- 425	299	+11	5,1
1942...	5.276	- 578	229	-70	4,3
1943...	4.907	- 369	249	+20	5,1
1944...	4.549	- 358	287	+38	6,3
1945...	4.871	+ 322	310	+23	6,4
1946...	6.276	+1.405	377	+67	6,0
1947...	6.987	+ 711	395	+18	5,7
1948...	7.645	+ 658	389	- 6	5,1
1949...	8.464	+ 819	390	+ 1	4,6
1950...	9.110	+ 646	389	- 1	4,3
1951...	9.456	+ 346	432	+43	4,6

¹ Versión muy resumida del documento original presentado a la Junta (55/ECLA/CONF.3/L. 2. 4) y publicado también como los números 10 y 11 de la serie de estudios del Centro de Documentación del Departamento de Información de la UNESCO.

De 1945 a 1951, una creciente producción permitió — medida que la situación económica mundial mejoraba en la postguerra— reducir la diferencia que había existido entre los abastecimientos y la demanda desde 1939. Sin embargo, sólo en 1949, cuando se consumieron 8.464.000 toneladas de papel de periódico, se superó la elevada cifra anual anterior a la guerra (8.095.000 toneladas en 1937).

Entre 1934 y 1937 el aumento promedio anual en el consumo mundial de papel de periódico fué de casi 600.000 toneladas. Ciertamente durante esa época se estaba recobrando terreno perdido durante los primeros años de la década que comenzó en 1930. El aumento promedio anual en los años inmediatamente posteriores a la segunda guerra mundial (1945-50) fué de aproximadamente 760.000 toneladas.

Tal como se indica en el cuadro 1, el consumo de papel de diario en América Latina aumentó, entre 1929 y 1947, en cada año en que hubo un incremento en el consumo total mundial.² Además, entre 1929 y 1947 el consumo latinoamericano aumentó en cinco años en que el consumo mundial disminuyó. Estos años fueron 1932, 1939, 1941, 1943 y 1944.

Con excepción de los años de la segunda guerra mundial, los únicos años entre 1929 y 1947 en que la cifra del consumo latinoamericano de papel de diario disminuyó fueron 1930, 1931 y 1938, durante los cuales un decaimiento en la actividad económica de los Estados Unidos afectó la economía de varios países latinoamericanos. El consumo en América Latina no aumentó en 1948, 1949 y 1950, pero esto no se debió a una reducción en la demanda global, sino que fué consecuencia de la escasez mundial de papel de diario y de las restricciones que hubo que imponer a las importaciones en varios países por falta de divisas "fuertes". Excluyendo a la Argentina, que fué quizás el país más afectado por la falta de papel de diario, América Latina mostró los siguientes aumentos en el consumo sobre el de los años precedentes: 13.000 toneladas en 1948, 5.000 en 1949, 17.000 en 1950 y 30.000 en 1951. El aumento anual promedio del consumo latinoamericano de papel de diario en 1947-51 (excluyendo la Argentina), fué de 17.000 toneladas. No se conoce exactamente el volumen de la demanda de papel de diario que quedó insatisfecha en América Latina durante este período.

El cuadro 2 muestra la distribución, por regiones, del consumo mundial de papel de diario en 1928-51.

Todas las cifras "mínimas" consignadas en el cuadro para el período 1929-39 se registraron entre 1928 y 1931, y todas las "máximas", entre 1935 y 1939, con excepción de las cifras mínima y máxima para los Estados Unidos y el Canadá, que se alcanzaron en 1938 y 1929, respectivamente.

² Para los fines del actual documento, se comprenden bajo la denominación todos los países americanos que no sean el Canadá, los Estados Unidos y Alaska.

CONSUMO DE PAPEL DE DIARIO POR REGIONES EN RELACION CON EL CONSUMO MUNDIAL

(Porcientos)

Región	1928-39			1940-45	1946-51		
	Mínimo	Máximo	Promedio	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio
Estados Unidos y Canadá	43,4	55,7	49,2	66,0	60,9	65,0	63,2
América Latina	3,6	4,4	3,9	5,3	4,3	6,0	5,1
Europa (excl. URSS)	31,1	39,6	35,5	19,9	19,1	22,2	20,5
Cercano Oriente y Oriente Medio	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2
Asia meridional central	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,8	0,7
Asia sudoriental	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6	0,5
Lejano Oriente	3,3	5,4	4,6	3,3	2,6	4,1	3,0
Oceanía	1,8	3,0	2,6	2,1	1,5	3,3	2,4
URSS	2,1	3,5	2,6	2,0	2,2	4,2	3,5
Africa	0,6	1,0	0,8	0,6	0,8	1,1	0,9

La segunda guerra mundial cambió considerablemente la distribución mundial de papel de diario; a continuación se presentan las cifras promedio para 1940-45, en comparación con las de 1928-39, las siguientes:

Aumentos	%	Disminuciones	%	Ningún cambio
Estados Unidos y Canadá	16,8	Europa	15,6	Asia meridional central
América Latina	1,4	Lejano Oriente	1,3	Asia sudoriental
Cercano Oriente y Oriente Medio	0,1	Oceanía	0,5	
		URSS	0,6	
		Africa	0,2	

Durante el período 1946-51, los clientes estadounidenses permanecieron en comparación con los de otras partes del mundo, en una situación privilegiada, principalmente a causa de la división del comercio mundial en zonas de moneda "débil" y "fuerte". Los porcentajes medios de los abastecimientos mundiales de papel de diario consumidos en las diversas regiones en 1946-51, en comparación con los promedios para 1928-39, fueron los siguientes:

Aumentos	%	Disminuciones	%
Estados Unidos y Canadá	14,0	Europa	15,0
América Latina	1,2	Lejano Oriente	1,6
URSS	0,9	Oceanía	0,2
Asia meridional central	0,3		
Asia sudoriental	0,2		
Cercano Oriente y Oriente Medio	0,1		
Africa	0,1		

Los datos precedentes parecen indicar que las principales tendencias en la postguerra, en cuanto a distribución del papel de diario en el mundo han sido las siguientes:

a) Una tendencia del porcentaje de los abastecimientos mundiales de papel de diario consumidos globalmente por los Estados Unidos y el Canadá a disminuir lentamente.

b) Una contracción duradera, en comparación con el período anterior a la guerra, en el porcentaje de los abastecimientos mundiales consumidos por Europa (excluyendo la URSS).

c) Un consumo promedio estable, a largo término, en Oceanía, de aproximadamente 2,5 por ciento de los abastecimientos mundiales.

d) Una tendencia a largo plazo, en las regiones insuficientemente desarrolladas desde un punto de vista económico y en la URSS, a consumir un porcentaje mayor de los abastecimientos mundiales de papel de diario.

El examen del crecimiento del consumo de papel de diario en 1950-51, en comparación con el período anterior a la guerra (1935-39), en las regiones insuficientemente desarrolladas, revela que, a pesar de la escasez mundial de papel de diario y de la escasez de moneda "fuerte", este crecimiento fué de 118 por ciento en el Cercano Oriente y Oriente Medio, de 100 por ciento en el Asia meridional central y en América Latina (excluyendo la Argentina), y de 80 por ciento en la URSS. Estas cifras son comparables con el aumento de 67 por ciento en el consumo global de los Estados Unidos y del Canadá.

2. PAPEL DE IMPRENTA (CON EXCEPCIÓN DEL PAPEL DE DIARIO) Y PAPEL DE ESCRIBIR

Sólo existen estadísticas incompletas sobre el consumo de las otras clases de papel de imprenta y de papel de escribir. Sin embargo, se puede estimar que de 1947 a 1951 el consumo aproximado de estas mercancías, fuera de las repúblicas populares, sería como sigue:¹

	(Miles de toneladas)
1947	6.000.000
1948	6.200.000
1949	6.200.000
1950	7.000.000
1951	7.800.000

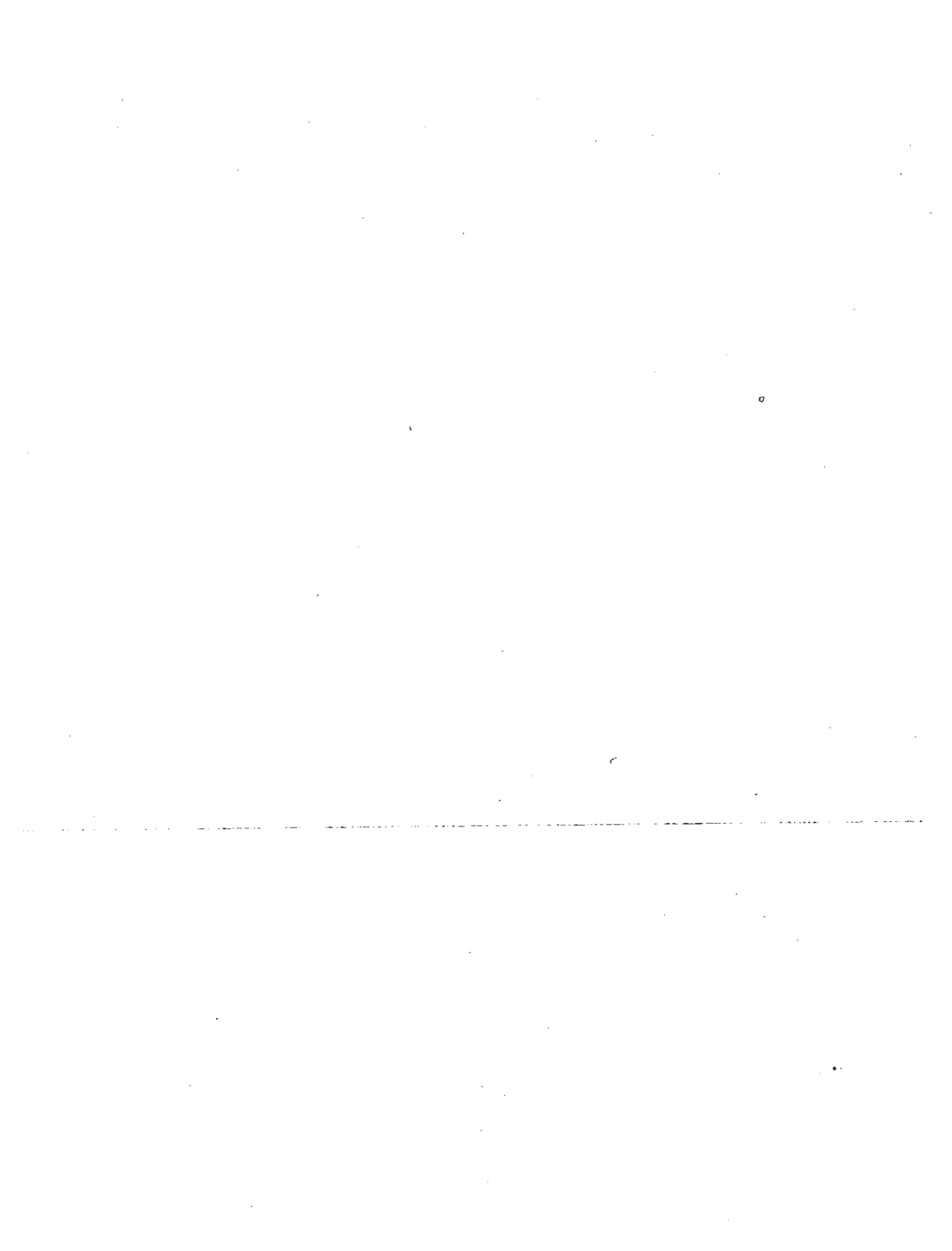
Según las cifras precedentes, de 1947 a 1951, el aumento anual en el consumo mundial de las otras clases de papel de imprenta y de papel de escribir (excluyendo las repúblicas populares), fué de aproximadamente 450.000 toneladas. Sin embargo, como el aumento en el consumo parece haber sido mucho mayor en 1950 y 1951 que en 1947-49 y como las series cronológicas de que se dispone son muy breves, parece difícil formular conclusiones definitivas a este respecto.

Sólo se dispone de cifras sobre el consumo latinoamericano de otras clases de papel de imprenta y de papel de escribir para los años de 1947-51 y de ellas se excluyen, por falta de datos, las correspondientes al consumo en Barbados, Belice (Honduras Británica), Bermudas, Cuba, Guadalupe, Guayana Británica, Honduras, Indias Occidentales Neerlandesas, Islas Bahamas, Islas Windward, Jamaica, y el Uruguay. Las cifras incompletas que se conocen se consignan a continuación:

¹ La expresión "repúblicas populares" se emplea para designar a los países siguientes: Albania, Bulgaria, Checoslovaquia, China Continental, Corea del Norte, Hungría, Polonia, República Democrática Alemana, República Popular de Mongolia, Rumanía, la URSS, Yugoslavia.

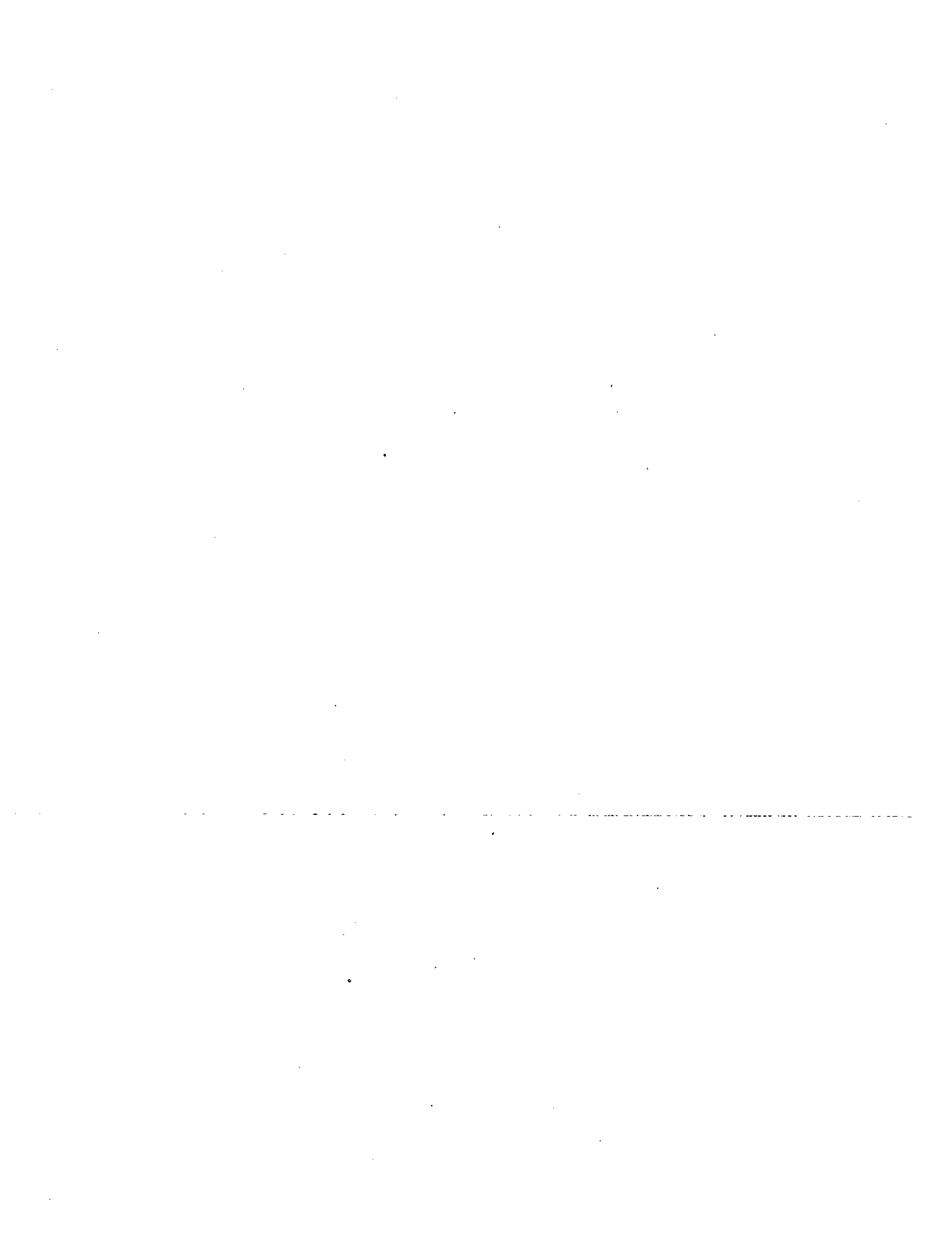
	<i>(Miles de toneladas)</i>
1947	202.000
1948	182.000
1949	187.000
1950	216.000
1951	234.000

Habida cuenta de las cifras precedentes, puede suponerse que América Latina consume entre 3 y 4 por ciento del papel de imprenta (con excepción del papel de diario) y del papel de escribir que se emplea en el mundo (excluyendo las repúblicas populares).



III

Aspectos Económicos de la Fabricación de Papel y Celulosa a Base de Maderas Tropicales y Subtropicales



ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE MADERAS TROPICALES Y SUBTROPICALES¹

Documento de la Secretaría

El presente trabajo, destinado a servir de base para el examen de los problemas relacionados con la fabricación en América Latina de papel y celulosa con maderas tropicales y subtropicales, resume la información y las conclusiones más importantes de los trabajos de la Secretaría ST/ECLA/CONF.3/L. 3.01 a 3.04 y de los documentos ST/ECLA/CONF.3/L. 3.1 a 3.14. El resumen no es de ninguna manera completo; en él figuran sólo los aspectos fundamentales, agrupados del siguiente modo: 1. Aspectos de la silvicultura tropical; 2. Procedimientos de elaboración y calidad de la pasta; 3. Problemas industriales; 4. Desarrollo futuro.

I. ASPECTOS DE LA SILVICULTURA TROPICAL

a) Características de los bosques tropicales

A diferencia de los bosques de coníferas y de especies latifoliadas de las regiones templadas, hay en los bosques vírgenes tropicales y subtropicales numerosas especies que pertenecen a un gran número de familias. La composición de los bosques es muy heterogénea, pues la distribución de especies cambia —aun en lugares próximos entre sí— por las condiciones del terreno, la cantidad de agua, etc.

Las propiedades físicas y químicas varían dentro de límites amplios, no sólo entre las especies, sino hasta en árboles de una misma especie desarrollados en diferentes lugares. Por ejemplo, la densidad puede variar de un valor tan bajo como 0,075 a otro tan alto como 1,35. Las maderas de algunas especies son difíciles de descortezar, otras no pueden reducirse a astillas y algunas no son utilizables ni aun como combustible a causa de su alta densidad y de su elevado contenido de sílice. Varias especies presentan un alto contenido de goma y diversas materias solubles, y otras son muy tóxicas.

El tamaño de los árboles difiere considerablemente en la selva virgen tropical, pero predominan los corpulentos, con diámetros de 60 a 70 centímetros y aun más. Por otra parte, una característica muy común del sub-bosque tropical es su gran cantidad de matorrales y lianas que pueden entorpecer la extracción de madera.

Varias especies madereras, sobre todo las de baja densidad, se pudren con facilidad después de la corta, particularmente durante la estación de las lluvias, por la acción de las bacterias, hongos e insectos. Por ello, resulta imposible almacenar madera durante largos periodos, ya sea en la selva o en la fábrica.

Al contrario de lo que a menudo se supone, el terreno que ocupan muchos de los bosques tropicales de América Latina es de escasa fertilidad. Por ejemplo, grandes extensiones forestales en la cuenca inferior del Amazonas disponen de una capa de tierra vegetal muy delgada, poco fértil y arenosa; después de una corta total, esta capa resulta afectada fácilmente por las lluvias intensas o por la sequía. Por lo tanto, deben tomarse ciertas medidas preventivas para evitar la degradación del terreno.

b) Problemas de la extracción

Para la extracción y transporte de la madera es necesario emplear equipo mecánico pesado y disponer de una buena

red de caminos, debido al gran tamaño de la mayoría de los árboles, en contraste con las condiciones que predominan en Escandinavia, por ejemplo, donde los árboles, más pequeños, permiten realizar la extracción con equipo ligero (trineos, etc.).

Como la madera no puede, en general, soportar el almacenamiento durante un plazo superior a unas pocas semanas, la extracción deberá realizarse durante todo el año. De acuerdo con las condiciones y la topografía del terreno, esta exigencia puede originar dificultades técnicas durante la época de las lluvias y hacer imprescindible la construcción de una red de caminos permanentes y transitables durante todas las estaciones.

El transporte por flotación fluvial, que es barato y eficaz y se utiliza ampliamente en Escandinavia y América del Norte, no puede —por lo general— emplearse ampliamente en las selvas tropicales, porque muchas de las especies no flotan.

Como consecuencia de la alta temperatura y de la humedad, sobre todo durante la época de las lluvias, la productividad de la mano de obra en el bosque será probablemente inferior a la de América del Norte y Escandinavia.

2. PROCEDIMIENTOS DE ELABORACIÓN Y CALIDAD DE LA PASTA

a) Procedimientos

A causa de su gran tolerancia en cuanto a la corteza y a la presencia de algunos componentes químicos (tanino), el procedimiento al sulfato (o azufre-soda) es el más adecuado para la elaboración de pasta química a base de mezclas de madera. Tiene además la ventaja de producir pasta más resistente que la obtenida con cualquier otro procedimiento industrializado.

Las condiciones para la elaboración de pastas de mezclas de maderas tropicales apenas difieren de las adoptadas para el tratamiento de especies latifoliadas de las zonas templadas. La condiciones de cocción (tiempo, temperatura, contenido de sulfuro, etc.) deben elegirse de tal modo que puedan actuar sobre las maderas más resistentes. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que las mezclas de especies de composición muy variable pueden ser tratadas con éxito por medio del procedimiento al sulfato (o azufre-soda).

Como las fábricas que trabajen con mezclas de maderas tropicales estarán en general situadas lejos de los centros industriales, el cloro que se emplee en el blanqueo, cuyo transporte es difícil y caro, deberá producirse en el lugar de la fábrica. A menos que en el mercado se presenten con-

¹ Publicado como documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.0, originalmente.

diciones muy favorables para vender la soda cáustica producida simultáneamente con el cloro, en el procedimiento se utilizará azufre y soda cáustica como material de compensación (procedimiento azufre-soda).

La producción de pasta mecánica con mezclas de maderas tropicales no es posible por el procedimiento corriente. Existen también dudas —que posteriormente pueden resolverse— respecto a la aplicación del procedimiento *Chemigroundwood* en estas mezclas. Los únicos procedimientos que parecen ofrecer una solución son los que utilizan un refinador de disco, después de haber tratado a la madera con vapor o productos químicos (procedimientos *Defibrator* y a la soda cáustica fría).

El procedimiento mecánico usual podría aplicarse en aquellos casos en que gran parte del bosque se compone de una sola especie liviana como, por ejemplo, la *Cecropia*.

El procedimiento a la soda cáustica fría ofrece las mejores perspectivas para la producción de papel de diario con pasta mecánica obtenida de mezclas de maderas. Este sistema debiera ser considerado como suplementario en todo proyecto de fábrica integrada de celulosa y papel, en que se desee producir una pasta barata que pueda mezclarse con pastas químicas para fabricar aquellos papeles que comúnmente se hubieran elaborado con pasta mecánica.

El procedimiento *Defibrator* con tratamiento químico previo parece ofrecer posibilidades prácticas para aprovechar las mezclas de maderas tropicales en la producción de pastas destinadas a la fabricación de cartones.

b) Calidad de la pasta

Las características de la fibra de las maderas tropicales, así como sus propiedades físicas y químicas, varían dentro de límites amplios. Sin embargo, la longitud media de la fibra es, en general, mayor que la de las maderas latifoliadas de las regiones templadas.

Ensayos de laboratorio y ciertas experiencias industriales han demostrado que puede fabricarse con éxito una gran variedad de papeles con mezclas de maderas tropicales. Sólo es necesario agregar celulosas de fibras largas (coníferas) cuando se requiere gran resistencia al desgarramiento y al plegado, como en los casos de papel de envolver de alta calidad y kraft para revestimiento de cartón. La celulosa de maderas tropicales posee excelentes propiedades filtrantes, que la hacen indicada de modo especial para usarse en mezclas destinadas a la fabricación de papeles finos, para libros y de imprimir.

3. PROBLEMAS INDUSTRIALES

a) Problemas relacionados con la instalación de fábricas en regiones poco desarrolladas

Las distancias a los mercados son a menudo grandes, y los medios de transporte escasos. Además, la mano de obra debe traerse de otros lugares y en general no se dispone de servicios industriales ni sociales. Por estas razones es aconsejable proyectar las fábricas para las regiones tropicales de modo que sean autosuficientes.

Será preciso realizar fuertes inversiones destinadas a establecer los medios de transporte necesarios para movilizar los grandes tonelajes que deben llegar y salir de la fábrica de papel y celulosa. En una región industrializada, una fábrica nueva podrá, en general, utilizar los medios existentes.

Aun cuando existan cerca de la fábrica yacimientos de productos que se utilizan en la elaboración (sulfato de sodio,

azufre, piedra caliza), en muchos casos habrá que ponerlos en explotación. Los altos fletes harán necesario producir en la fábrica misma los productos para el blanqueo (principalmente cloro).

Aunque se disponga en la localidad de mano de obra calificada, será de bajo rendimiento. La mano de obra puede ser barata, pero esta ventaja estará en parte contrarrestada por su baja productividad. El desgaste del equipo será rápido. Las dificultades para obtener repuestos y efectuar reparaciones pueden ocasionar interrupciones.

b) Inversiones y costos de producción

En los países poco desarrollados, las necesidades de capital serán mayores por la necesidad de realizar elevadas inversiones para explotar los bosques, dar servicios al personal y establecer medios de transporte y servicios para la industria. El costo de construcción de la fábrica también será más alto.

La inversión necesaria para las explotaciones forestales en las regiones tropicales representa una partida apreciable dentro del capital total. Sin embargo, en contra de lo que generalmente se supone, el costo de las construcciones para el personal no representa una gran proporción dentro del total, aunque puede ser alto en términos absolutos.

A medida que aumenta el tamaño de la fábrica, la curva de los costos de inversión por unidad de capacidad desciende con mayor rapidez en las regiones poco desarrolladas que en las industrializadas. Por lo tanto, respecto a aquellas es mayor el incentivo para construir unidades más grandes.

Estas condiciones —sumadas a las altas tasas de interés— hacen necesaria (a igualdad de tamaño) una mayor inversión para instalar una fábrica en una región poco desarrollada que en una industrializada. La producción tendrá que soportar, por consiguiente, mayores cargos por concepto de inversión.

En consecuencia, diferirá la composición de los costos de producción: serán superiores los costos de inversión y, en general, el costo de los productos químicos, e inferiores los costos de la madera para pasta y de la mano de obra. Los costos de producción en las fábricas pequeñas serán desfavorables si se comparan con los de las instaladas en regiones industrializadas, pero el costo de producción descenderá más rápidamente a medida que aumenta el tamaño de la fábrica. Los incentivos para instalar fábricas integradas serán superiores, e inclusive parecen existir posibilidades económicas para la instalación de fábricas parcialmente integradas, es decir, una fábrica de papel relativamente pequeña combinada con una fábrica de celulosa de mayor tamaño.

En el caso de unidades pequeñas, sobre todo, existe una considerable diferencia entre los costos de conversión en papel de una fábrica no integrada y los de una integrada. Por lo tanto, la instalación de una nueva fábrica de pasta en una región poco desarrollada debería en lo posible integrarse con una sección papelera que pueda convertir por lo menos parte de su producción.

4. DESARROLLO FUTURO

Las fuertes inversiones y los complejos problemas que deben resolverse para instalar una fábrica en una región tropical imponen la necesidad de realizar un reconocimiento preliminar tan completo y cuidadoso como sea posible. Con una inversión razonable pueden obtenerse informaciones bastante

precisas respecto a la riqueza de los bosques, mediante la combinación de fotografías aéreas y muestreo en el terreno. Con igual atención deben examinarse otros aspectos, como los sistemas de extracción, la disponibilidad de agua, productos químicos, transporte, etc. A causa de los grandes riesgos futuros, es conveniente no escatimar tiempo ni dinero en esas etapas de reconocimiento preliminar.

A medida que avanza el reconocimiento es posible formular algunas estimaciones provisionales respecto a las inversiones y a los costos de producción. Se comprobará que, al aumentar el tamaño de las fábricas, los costos de producción disminuyen en mayor escala en las regiones poco desarrolladas que en las industrializadas. Este hecho debe considerarse, conjuntamente con la información disponible respecto a la importancia y naturaleza del mercado poten-

cial, para determinar el tamaño óptimo y el programa de producción de la fábrica.

Conviene valorar con exactitud los costos de producción antes de tomar una decisión. La valoración debe considerar otras fuentes de abastecimiento de los mercados que se piensa cubrir, mediante el estudio de los fletes, derechos, diferencias de calidad, continuidad del abastecimiento, etc.

La valoración provisional de los proyectos estudiados indica que es posible construir en Yucatán una fábrica a base de mezclas de maderas tropicales. Es probable que también ofrezcan ventajas otros lugares. En cambio, en Amapá la situación es menos favorable en principio, aunque las investigaciones posteriores tal vez lleven a rectificar esta apreciación preliminar.

MADERAS DE ESPECIES LATIFOLIADAS TROPICALES Y SUBTROPICALES COMO FUENTE DE PAPEL Y CELULOSA EN AMERICA LATINA¹

Documento de la Secretaría

I. RIQUEZA FORESTAL DE AMÉRICA LATINA

Los resultados preliminares del inventario forestal mundial llevado a cabo en 1953 por la Organización para la Agricultura y la Alimentación revelan que la riqueza forestal de América Latina es mayor, por su superficie, que la de cualquiera otra región del mundo. Esto queda indicado en el cuadro siguiente:

Región	Superficie forestal (Millones de hectáreas)	Porcentaje total mundial
América Latina	927	23,7
Africa	801	20,5
Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas	743	19,0
América del Norte . .	656	16,7
Asia	567	14,5
Europa	136	3,5
Zona del Pacífico . . .	85	2,1
Total mundial	3.915	100,0

A pesar de esta riqueza forestal, América Latina —que consume casi el 3 por ciento del papel del mundo— produce poco menos del 1,5 por ciento del papel mundial y menos del 1 por ciento de toda la pasta papelera. De hecho, en lo que respecta a productos forestales en general, la región es más bien importadora, pese a la importancia de algunas exportaciones —por ejemplo, pino de Paraná y especies latifoliadas de América Central—.

De la superficie forestal total, menos del 40 por ciento (340 millones de hectáreas aproximadamente) es hoy día accesible. De los bosques accesibles, se explota en la actualidad una cuarta parte (89 millones de hectáreas); las otras tres cuartas partes no han sido explotadas todavía. En los cuadros 1 y 2 se ofrecen algunos detalles sobre las zonas forestales de los diferentes países latinoamericanos.

De los bosques explotados, las coníferas ocupan casi 11 millones de hectáreas y las especies latifoliadas 77 millones. Suponiendo conservadoramente que se logre un incremento anual bruto de 3 metros cúbicos por hectárea, esto correspondería a un incremento anual de 231 millones de metros cúbicos (con corteza) en todos los bosques de especies latifoliadas explotados en la región. Se estima que anualmente se cortan alrededor de 170 millones de metros cúbicos, cifra muy inferior a la del incremento calculado.

Además, no todos los bosques de especies latifoliadas explotados son del tipo tropical y subtropical; según algunos cálculos, alrededor de 13 millones de hectáreas están cubiertas de bosques de especies latifoliadas de zonas templadas. Así, pues, actualmente se explotan menos de 70 millones de hectáreas de los 800 millones que están cubiertas de

bosques de especies latifoliadas tropicales o subtropicales que posee América Latina. Como se indicó antes, la mayor parte de los bosques no explotados son todavía inaccesibles; por ejemplo, sólo se tiene acceso a una cuarta parte de los 480 millones de hectáreas de bosques del Brasil; en el Perú, de una superficie forestal total de 70 millones de hectáreas, los bosques accesibles sólo representan 15 millones de hectáreas.

Estas cifras revelan el potencial forestal de la región, potencial que tiende a traducirse en realidad a medida que aumenta la población, se desarrolla la economía y se amplían los sistemas de comunicación. En este documento se consideran sólo los recursos forestales más abundantes de la región.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS BOSQUES TROPICALES Y SUBTROPICALES

Los bosques tropicales y subtropicales de hoja perenne y caduca cubren en América Latina más de 800 millones de hectáreas y representan alrededor de los nueve décimos de todos los bosques de la región. Sólo la superficie de bosques del Brasil es 3,5 veces mayor que la de Europa, que produce 10 millones de toneladas de pasta por año. La Argentina, Colombia y el Perú, en conjunto, poseen casi la misma superficie de bosques que los Estados Unidos, país que produce anualmente 15 millones de toneladas de celulosa. La superficie forestal de Bolivia es tan grande como la de Finlandia y Suecia en conjunto; estos dos países producen más de 5 millones de toneladas de pasta por año. Además, estos 800 millones de hectáreas de bosques de América Latina podrían producir, sobre una base de rendimiento permanente, de 2.400 a 2.800 millones de metros cúbicos de trozas por año, es decir, aproximadamente dos veces más que la madera cortada cada año en el mundo entero.

Al comparar así tan a la ligera la superficie, la producción de pasta y la corta, se obtienen cifras fantásticas acerca del potencial de madera para pasta y otros tipos de madera industrial en América Latina, pero las cifras no tienen gran significación por cuanto no toman en cuenta la ubicación, la composición y el tipo de bosques de que se trata ni el valor de la madera que se obtiene como materia prima para la fabricación de papel. La simple existencia de un bosque no entraña la posibilidad de establecer una fábrica de celulosa; lo que el fabricante de papel y celulosa necesita es materia prima adecuada en cantidad suficiente y accesible económicamente desde uno o más centros de consumo.

Del total de 800 millones de hectáreas, hasta ahora se han utilizado menos de 70 millones; debido a características especiales, la explotación de esta superficie (sólo últimamente se incluyó la fabricación de pasta) se ha efectuado conforme a un criterio muy diferente del que se emplea en los bosques de especies latifoliadas de la región septentrional del hemisferio.

En primer lugar, hay una enorme variedad de familias

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L. 3. 01.

y especies de árboles; en general, los bosques tropicales de América Latina son menos heterogéneos que los del África Occidental Central, donde únicamente en los bosques pluviales de la Costa de Oro se encuentran, por ejemplo, unas 600 especies. En la región de tierra firme del territorio del Amazonas se encontraron 87 especies en una sola hectárea; según otro muestreo efectuado en esta región, había 46 especies diferentes con un diámetro de más de 30 centímetros. Por otra parte, hay zonas, especialmente en las regiones subtropicales, en que sólo se dan una o dos especies; tal cosa ocurre en la Argentina y el Paraguay, donde se encuentra el quebracho en bosques más o menos homogéneos. Otra especie que abunda en bosques homogéneos —aunque generalmente en terrenos pequeños— es la *Cecropia* (cetico, guarumo, imbaúba o kochlé); este árbol existe en casi todos los bosques de América Latina, donde los terrenos vírgenes han sido limpiados o la tierra ha sido abandonada después de cosechadas las plantaciones de bananos. La *Cecropia* crece con gran rapidez y se presta en forma admirable para la fabricación de pasta química y mecánica.¹

La composición de los bosques tropicales y subtropicales de América Latina suele variar fundamentalmente dentro de zonas muy pequeñas, de modo que a unos pocos kilómetros de un bosque de especies heterogéneas puede haber otro igualmente heterogéneo pero de estructura muy diferente. De más está señalar que la variación en la composición de las especies que integran un bosque complica el procedimiento empleado para extraer celulosa. Desde el punto de vista de la heterogeneidad, hay una gran diferencia con los bosques de especies latifoliadas del hemisferio septentrional, donde es raro encontrar más de 10 a 20 especies en zonas de gran extensión.

Una segunda e importante característica de los bosques tropicales es la extraordinaria variedad que se observa en la densidad de sus maderas, así como en las cualidades físicas y químicas de las mismas. En los bosques europeos de especies latifoliadas, el peso específico de la madera puede variar de 0,4 (el álamo) a 0,8 (la encina), pero en los bosques tropicales latinoamericanos puede oscilar entre 0,075 (la balsa) y 1,35 (el quebracho). Además, aun el peso específico de una sola especie puede variar en forma considerable de un lugar a otro; por ejemplo, el mínimo de la balsa puede ser de 0,075 y el máximo de 0,48. En general, predominan las maderas pesadas, sobre todo en los bosques pluviales vírgenes de las zonas tropicales, de modo que el promedio de peso específico de la madera que en ellos se obtiene suele ser muy superior al correspondiente a los bosques de las zonas templadas. Este alto grado de densidad de la madera tropical plantea también ciertos problemas en lo que atañe a la fabricación de celulosa.

En tercer lugar, de los bosques tropicales que han sido explotados en forma regular, hasta ahora únicamente se han extraído ciertas especies; ha quedado intacta la mayor parte de la madera que no tiene gran valor comercial. Bastará citar el caso del Ecuador para apreciar la diferencia entre este procedimiento y los métodos de extracción de las zonas templadas, en las que hay mercado para todas las variedades de árboles. De las 2.140 especies identificadas en los bosques de ese país, sólo se utilizan 480, según se sabe, y únicamente 220 llegan a las ciudades principales. De estas es-

pecies, se ha comprobado que sólo 23 son adecuadas para la exportación, y únicamente 6 han sido exportadas en cantidades apreciables. En la región del valle del río Cauca, Venezuela, hay unas 10 especies que poseen valor desde el punto de vista económico, pero por cada hectárea de terreno se encuentran sólo 3 ó 4 árboles de estas especies. Aunque el crecimiento es elevado en la selva tropical pluvial —a menudo excede de 15 metros cúbicos por hectárea— el "crecimiento económico" (es decir, el de las especies comerciales únicamente) suele ser de 2 metros cúbicos como máximo. Es un hecho que la tala selectiva que se ha practicado hasta ahora no permite operaciones de extracción en gran escala; los elevados gastos de extracción y de transporte hacen prohibitiva la comercialización de cualquier especie, excepto la de las maderas más valiosas. Con frecuencia, se aprovecha sólo un trozo de madera para chapas, de 50 centímetros de diámetro como mínimo, y el resto del árbol se deja en el bosque.

Una cuarta característica de estos bosques es la densidad de la fronda. Las plantas y malezas del sub-bosque suelen ser de gran variedad y espesura; entre ellas cabe mencionar las monocotiledóneas y numerosas hiedras y enredaderas que crecen hasta la cumbre de los árboles más altos; por su carencia de interés económico, estas especies no sólo aumentan el costo de la extracción, sino que impiden la reforestación natural de las especies útiles.

Las características mencionadas permiten comprender por qué hasta ahora sólo se han explotado en forma limitada los bosques de especies latifoliadas de las regiones tropicales de América Latina. Además, hay que tomar en cuenta que en muchas zonas el clima es poco benigno, si bien favorece la vegetación; durante todo el año predomina temperatura alta con abundantes precipitaciones pluviales y elevada humedad. La población está muy diseminada y la mano de obra local, a pesar de ser relativamente barata, no es muy eficiente. El almacenamiento de la madera presenta también muchos problemas debido a la acción persistente de microorganismos que destruyen la celulosa. Por esto, a pesar de sus enormes recursos en bosques, América Latina es en general una región importadora de productos forestales (el volumen de las importaciones de madera industrial y sus productos exceden al de las exportaciones en dos millones de metros cúbicos aproximadamente). Ello explica también por qué hasta hace muy poco no se explotaban centenares —e incluso millares— de especies de diversa densidad y diferentes propiedades.

En el pasado la situación era tal como ha sido descrita y no ha variado mucho desde entonces. Sin embargo, actualmente se están produciendo con gran rapidez importantes cambios, que se iniciaron ya antes de la segunda guerra mundial. A juzgar por la experiencia obtenida y por las investigaciones que se están efectuando, existe la posibilidad de aprovechar los recursos forestales en forma más racional y de lograr utilidades cada vez mayores.

3. PROBLEMAS DE EXPLOTACIÓN

Un número cada vez mayor de estos bosques se explota de acuerdo con una ordenación forestal adecuada, que tiende a convertirlos gradualmente, de conjuntos de madera de buena y baja calidad y de todos los tamaños y dimensiones, en bosques constituidos por una gran proporción de especies indígenas de alta calidad. Los métodos de explotación forestal adoptados para lograr este objetivo difieren de un lugar a otro, pero la experiencia ha mostrado que es posible obtener de la selva tropical una cantidad adecuada de

¹ Véase documento SP/ECLA/CONF. 3/L. 3. 7: *Madera para papel obtenida del cetico (Cecropia) peruano*, por el Banco de Fomento Agropecuario del Perú, y documento ST/ECLA/CONF.3/L. 3.11: *Elaboración de celulosa a base de cetico (Cecropia) peruano para fabricar papel de diario*, por Batineyret (Batignolles-Chatillon y Ateliers Neyret Beylier) de Francia.

especies útiles, desde el punto de vista comercial. Contrariamente a lo que suele creerse, el terreno en estos bosques es a menudo poco fértil, y la capa de humus, que por lo general es delgada, se deteriora muy rápidamente cuando está expuesta a la intemperie; además, es poco resistente a las precipitaciones pluviales y a la sequía y, una vez dañado, tarda mucho en recuperar su fertilidad o vitalidad. Por ejemplo, en muchos lugares de la región del Amazonas el terreno se vuelve arenoso y seco cuando se hacen cortes completos; para crear nuevos bosques sobre un terreno así empobrecido, se necesitan muchos años de esforzado trabajo. Por consiguiente, la replantación de las especies deseadas precedida de un corte integral no constituye un método recomendable en todas las circunstancias. Suele preferirse la reforestación natural, complementada con plantaciones, cuando no hay árboles en cantidad suficiente. La conversión de bosques tropicales heterogéneos en plantaciones formadas en su mayor parte de especies de valor comercial requiere una gran cantidad de trabajo; en el África Occidental Francesa se ha estimado que esta transformación requiere 50 jornadas de trabajo por hectárea, distribuidas como es natural, durante varios años. Así pues, el mejoramiento de las especies cultivadas es un proceso lento que requiere gran dedicación.

Los progresos en materia de aprovechamiento de la madera están poniendo de manifiesto la potencialidad de estos bosques. Se observa, en grado cada vez mayor, la tendencia a buscar métodos para emplear la madera que contienen tal cual se encuentra en los rodales. En los años inmediatamente posteriores a la guerra, muchas nuevas especies —que eran

apenas conocidas más allá del lugar de su procedencia— aparecieron en el mercado internacional; aunque al principio se las miraba con escepticismo, fueron adquiriendo fama a medida que se conocieron sus propiedades y algunas de ellas ocupan ahora un lugar permanente en el mercado mundial de especies latifoliadas. Como es natural, con ello se ha resuelto sólo en parte el problema, pues el mercado de maderas tropicales aserradas y enchapadas, es limitado, fácilmente saturable y absorbe únicamente los productos de mejor calidad.

El aprovechamiento económico de todas o de casi todas las especies y tamaños de bosques tropicales y subtropicales sólo puede lograrse en grado importante mediante la producción en masa de productos forestales acabados o semi-terminados en el lugar mismo de explotación de tales bosques.

Las investigaciones sobre la posibilidad de aprovechar las especies latifoliadas tropicales para la fabricación de papel y celulosa se iniciaron en la década de 1920 a 1930 y se han intensificado desde la guerra. Aunque la experiencia industrial es todavía limitada, ya es evidente que la pasta fabricada a base de maderas tropicales mixtas puede satisfacer gran parte de las necesidades del mercado nacional. No se debe prestar atención exclusiva a las especies de baja densidad; todas las especies, con exclusión de las muy duras, pueden ser tratadas económicamente a fin de fabricar pasta. Sin duda alguna, las grandes variaciones de densidad plantean ciertas dificultades, pero desde el punto de vista de la elaboración de pasta sólo es necesario distinguir tres o cuatro clases generales, a saber: de peso específico inferior a 0,5,

Cuadro 1
SUPERFICIE DE BOSQUES Y BOSQUES ACCESIBLES

País	Todos los bosques			Bosques accesibles	
	Superficie total (Miles de hectáreas)	Porcientos de la superficie de terreno	Superficie de bosques por habitante (Hectáreas)	Total (Miles de hectáreas)	Para explotación
Argentina	70.000	25,2	3,9	60.000	10.000
Bolivia	47.000	44,0	14,5 ^d	6.000 ^d	4.000 ^d
Brasil	480.195	56,7	8,6	120.048	30.012
Colombia	69.000	61,5	5,7	62.000	411
Costa Rica	3.925	78,3	4,6	2.350	1.600
Cuba	3.463	30,2	0,7	2.585 ^a	2.000 ^d
Chile	16.360	22,1	2,8	6.895	6.595
Ecuador	12.000	43,6	3,6	2.500	500
El Salvador	721	36,8	0,4	479	94
Guatemala	6.568	61,7	2,3	3.068	1.500 ^d
Guayana británica	18.100	84,2	54,4	3.600	260
Guayana francesa	8.747	97,2	336,4	400 ^a	400
Haití	1.700 ^o	61,3 ^d	0,5 ^d	1.600 ^c	1.600 ^d
Honduras	4.873	42,3	3,3	3.873 ^d	3.000 ^d
Honduras británica	2.050	89,1	28,5	1.530	1.010
México	25.856	13,1	1,0	24.563	4.500
Nicaragua	6.450	47,1	5,9	1.502	1.502
Panamá	5.270	69,8	7,2	1.181	1.181
Paraguay	20.906	54,0	14,3	6.272	5.017
Perú	70.000	62,0	7,9	15.000	5.000
República Dominicana	3.438	68,7	1,6	3.007 ^b	1.000 ^d
Surinam	11.721	84,4	51,6	1.000	10
Uruguay	486	2,8	0,2	486	486
Venezuela	36.500 ^d	40,6 ^d	7,1 ^d	12.000 ^d	7.000 ^d
Países mencionados	925.329	45,9	5,6	341.939	88.678

^a Bosques productivos y accesibles únicamente.

^b Bosques productivos, accesibles e inaccesibles.

^c Incluye matorrales.

^d Cifras no oficiales.

Cuadro 2

BOSQUES EN EXPLOTACION: COMPOSICION Y APROVECHAMIENTO

País	Total de bosques (Miles de hectáreas)	Composición		Aprovechamiento				
		Coníferas (Miles de hectáreas)	Coníferas como porcentaje de los bosques en explotación	Todas las especies	Coníferas	No coníferas	Madera industrial	Leña
				(Miles de m ³ sin corteza)				
Argentina	10.000	250	2	12.150	150	12.000	3.150	9.000
Bolivia	4.000*	—	0	7.180	—	7.180	130	7.050
Brasil	30.012	4.800	16	89.255	3.700*	85.555*	5.340	83.915
Colombia	411	—	0	8.850	—	8.860	2.300	6.560
Costa Rica	1.600	—	0	430	—	430*	250*	180*
Cuba	2.000*	200*	10*	1.026	30*	996	213	813
Chile	6.595	403	6	4.070	595*	3.475*	1.950	2.120
Ecuador	500	—	0	4.500	—	4.500	1.000	3.500
El Salvador	94	—	0	750*	—	750*	250*	500*
Guatemala	1.500*	800*	53*	462	208	254	162	300
Guayana británica	260	—	0	260	—	260	110	150
Guayana francesa	400	—	0	37	—	37	21	16
Haití	1.600*	100*	6*	7.500	30	7.470	50	7.450
Honduras	3.000*	600*	20*	2.540	960*	1.580*	540	2.000
Honduras británicas	1.010	148	15	79	38	41	64	15
México	4.500	2.500	56	2.492	2.298	194	688	1.804
Nicaragua	1.502	750*	50	300*	160*	140*	200*	100*
Panamá	1.181	—	0	1.690	—	1.690	45	1.645
Paraguay	5.017	—	0	1.980	—	1.980	550	1.430
Perú	5.000	—	0	1.360	—	1.360	70	1.290
Rep. Dominicana	1.000*	400*	40*	330	185*	145*	170	160
Surinam	10	—	0	325	—	325	125	200
Uruguay	486	9	2	1.100	90	910	130	870
Venezuela	7.000*	—	0	280	—	280	245	35
Países mencionados	88.678	10.960	12	148.856	8.444	140.412	17.753	131.103

* Cifras no oficiales.

— Nula o insignificante.

de 0,5 a 0,7 y superior a 0,7; se obtiene así la seguridad de que cada "mezcla" para la fabricación de celulosa posee una "heterogeneidad homogeneizada". Es un hecho que las mezclas de especies dan mejores resultados que las especies consideradas individualmente.

Hasta ahora no se ha procedido a tratar en escala industrial mezclas complejas de especies tropicales latinoamericanas, pero los ensayos llevados a cabo en laboratorio han dado muy buenos resultados. Las investigaciones realizadas en la Guayana Británica revelan que de las mezclas de especies latifoliadas, en la proporción en que se encuentran en los bosques, se obtiene celulosa de buena calidad que puede emplearse como materia prima para obtener papel de casi todos los tipos, exceptuando el que requiere gran resistencia. En un ensayo efectuado con 50 especies comerciales y no comerciales obtenidas de los bosques tropicales de Surinam se comprobó que sólo una especie era inadecuada para la fabricación de celulosa y que de las mezclas de especies, desde las de bosques húmedos hasta las de bosques secos, se podía obtener papel de buena calidad. La empresa Industrias Klabin do Paraná de Celulose, del Brasil, ha hecho ensayos con mezclas compuestas de 21 especies obtenidas en la región del Amazonas (Amapá); los resultados obtenidos fueron satisfactorios.¹ Estos ensayos son semejantes a los llevados a cabo, también con éxito, por una fábrica experimental del Africa Occidental Francesa sobre la cocción

¹ Véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.10: *Resultados preliminares de la investigación sobre las características papeleras de especies tropicales y subtropicales brasileñas*, por L. Rys, A. Boenisch, W. Overbeck y H. Schwarz.

simultánea de hasta 25 especies (similares a las encontradas en el valle del Amazonas). Los ensayos efectuados con las especies latifoliadas tropicales más comunes de Yucatán, México, dan asimismo resultados satisfactorios tanto en lo que respecta al tratamiento de especies individuales como al procedimiento de cocción de especies mixtas.

Los pocos ejemplos a que se ha hecho referencia revelan que es técnicamente posible extraer celulosa de muchas de las especies tropicales latinoamericanas y que a menudo ello puede lograrse en la proporción en que existen en los bosques. El problema ha quedado resuelto en el laboratorio y el paso siguiente consiste en construir fábricas experimentales para la extracción de celulosa de mezclas de maderas tropicales; el objetivo principal ha de consistir en determinar las condiciones necesarias para instalar una fábrica importante de celulosa. Antes de emprender cualquier proyecto será necesario una gran cantidad de trabajo y de investigación, pero no cabe duda de que los bosques de especies latifoliadas tropicales y subtropicales de América Latina constituyen una inmensa reserva de madera como materia prima para papel.

En muchos casos, al explotar los bosques tropicales con criterio económico, a fin de obtener celulosa únicamente, no será necesario utilizar todas las especies y en tales condiciones procederá combinar diversas industrias de productos forestales. El procedimiento más lógico, siempre que lo permitan la situación del mercado y otras condiciones, consistiría en combinar la manufactura de papel y celulosa con aserraderos y fábricas de madera terciada, ya que éstas utilizan principalmente troncos grandes de madera de alta

densidad; también podría preverse la posibilidad de efectuar tal combinación con la industria manufacturera de planchas de fibra. Estas combinaciones permitirían el aprovechamiento industrial (incluso el empleo como combustible) de casi todas las especies y dimensiones, con lo cual se evitaría la tala selectiva. La extracción en gran escala, con equipo mecánico, sería entonces posible y se simplificarían los problemas de reforestación y administración. Además, se podrían plantar nuevas regiones en que las especies comerciales están muy dispersas y donde no resulta económico explotarlo en tales circunstancias. Se han realizado progresos hacia una integración de ese tipo en diversos países latinoamericanos: por ejemplo, en Colonia, Yucatán, donde los aserraderos modernos, las fábricas de madera terciada y otras industrias de productos forestales se abastecen de los bosques tropicales de especies latifoliadas. Pero tales actividades tienden únicamente al aprovechamiento mecánico de la madera; el tratamiento químico ofrecería la nueva posibilidad de asegurar la explotación integrada de la riqueza forestal.

4. CONCLUSIÓN

Los bosques tropicales y subtropicales de América Latina representan la más grande reserva de riqueza forestal del mundo. Hasta ahora más de las tres quintas partes de la superficie total son inaccesibles a la explotación económica; se explota menos de la décima parte de dicha superficie.

La composición de estos bosques plantea algunos problemas en lo que respecta a su explotación con miras a la fabricación de celulosa y papel. Desde el punto de vista técnico, se consideran resueltos en gran parte; a decir verdad, muchas de las dificultades han sido solventadas en el laboratorio. El resto de los problemas es de carácter económico y ambiente, y hay poderosas razones para creer que se les puede dar también solución satisfactoria, aunque es probable que el futuro inmediato sea un período de ensayo y experimentación.

El objetivo que se espera alcanzar en materia de explotación de bosques tropicales ha de ser el aprovechamiento pleno de todas o de casi todas las especies forestales. Para lograr esa meta habrá que hacer todavía muchas investigaciones. En consecuencia, es de esperar que el Instituto Latinoamericano de Investigaciones y de Capacitación Forestal, recomendado por la Comisión Forestal Latinoamericana, se convierta pronto en realidad, pues una institución de tal naturaleza puede desempeñar una función importante y contribuir a ampliar la producción de papel y celulosa.

La experiencia adquirida hasta ahora muestra cuán importante es la selección de un lugar que satisfaga los innumerables y diferentes requisitos necesarios para fabricar papel y celulosa en la forma más económica posible, pero no es necesario suponer que para que un proyecto tenga éxito su producto manufacturado debe ser capaz de competir en precio y calidad en el mercado internacional de papel y celulosa.

AMAPA Y YUCATAN

ESTUDIO DE FABRICAS HIPOTETICAS DE CELULOSA Y PAPEL A BASE DE MEZCLAS DE MADERAS TROPICALES¹

Documento de la Secretaría

1. INTRODUCCIÓN

a) Metodología y alcance del estudio

Las mayores reservas de material fibroso de la América Latina se encuentran en los bosques tropicales. Sin embargo, no se ha tenido hasta ahora ninguna experiencia en la región sobre el empleo de los bosques tropicales como fuente de materia prima para la fabricación de papel. Aunque se ha logrado alguna experiencia en otras partes del mundo —particularmente en la fábrica Bimbresso en la Costa de Marfil—, no ha quedado totalmente demostrado que las fábricas basadas en maderas tropicales sean económicamente factibles.

Para facilitar la evaluación de las posibilidades económicas para fabricar en la América Latina celulosa y papel con maderas tropicales, la Secretaría ha realizado un estudio de fábricas hipotéticas de papel y celulosa en dos regiones diferentes.

Con el fin de que los costos puedan compararse con los que prevalecen en las regiones tradicionalmente productoras de celulosa y papel, se ha encargado a Karlstads Mekaniska Werkstad A. B., Suecia, un estudio similar de fábricas hipotéticas en Suecia.²

El presente estudio resume los trabajos y los cálculos realizados, y presenta algunos resultados y conclusiones. La primera parte, que incluye numerosos cuadros, dos mapas y dos gráficos, contiene una explicación general del trabajo realizado, resúmenes de los cálculos, resultados y conclusiones; viene a continuación una serie de 68 anexos, principalmente en forma tabulada, de los cuales los 56 primeros contienen los cálculos detallados de los proyectos de fábrica; y los restantes consignan las estimaciones de los costos de producción para diferentes productos y tamaños de fábrica.

Por razones que se explicarán más adelante, aunque el estudio se refiere principalmente a la elaboración de celulosa al sulfato y a fábricas integradas, se hace una breve referencia al procedimiento a la soda cáustica fría. Con el fin de que las comparaciones sean lo más completas posible, se han estudiado diversas fábricas cuyas capacidades de producción abarcan una escala bastante amplia (de 50 a 300 toneladas diarias). En cuanto a las fábricas de celulosa, se hicieron cálculos por separado para los distintos tamaños a que se refiere el estudio; pero en lo que atañe a fábricas de papel integradas y no integradas sólo se hicieron cálculos para capacidades de 50 a 100 toneladas por día. Sin embargo, las relaciones matemáticas entre el costo y el tamaño de la fábrica (véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03) permiten hacer extensiva la comparación y los cálculos a fábricas de otros tamaños. En consecuencia,

¹ Versión ligeramente modificada del documento original (ST/ECLA/CONF.3/L.3.02).

² Véase documento 3: ST/ECLA/CONF.3/L.3.1: *Influencia del tamaño de la fábrica y de la integración sobre la inversión y el costo de elaboración de papel y celulosa.*

las estimaciones hechas cubren todas las fábricas con capacidades de 50 a 300 toneladas diarias.

b) Definiciones y material básico que se han utilizado en el estudio

1) En todo este trabajo los pesos y medidas corresponden al sistema métrico; salvo indicación en contrario, la moneda es el dólar de los Estados Unidos; el peso de la celulosa se expresa en toneladas de material *seco al aire* (90 por ciento).

2) Las monedas locales han sido convertidas en dólares a los siguientes cambios:

12,50 pesos mexicanos = 1 dólar (cambio oficial)
32,00 cruceros = 1 dólar (paridad establecida en el Banco Nacional de Desenvolvimento Económico, del Brasil)
5,18 coronas suecas = 1 dólar (cambio oficial)

En todos los casos en que se han adoptado otros tipos de cambio (como ocurre en algunos documentos básicos), se anotan las razones que aconsejaron hacerlo así.

3) Los términos "procedimiento al sulfato" y "fábrica al sulfato" se usan en este estudio para indicar el procedimiento corriente al sulfato, en que se emplea sulfato de sodio como producto de compensación; de igual manera, con el término "procedimiento azufre/soda" se hace referencia al procedimiento (o fábricas) que emplean soda cáustica y azufre.

4) El término "procedimiento a la soda cáustica fría" se refiere al que ha desarrollado el Forest Products Laboratory, de Madison, Wisconsin, que consiste en tratar las astillas de madera primero con una solución fría de soda cáustica y después en un refinador de discos.

5) El término "conversión en papel" para fábricas integradas, usado en conexión con el costo de inversión o de producción, se refiere a la diferencia entre la operación integrada y la producción de celulosa seca.

En el estudio se han utilizado los siguientes documentos básicos:

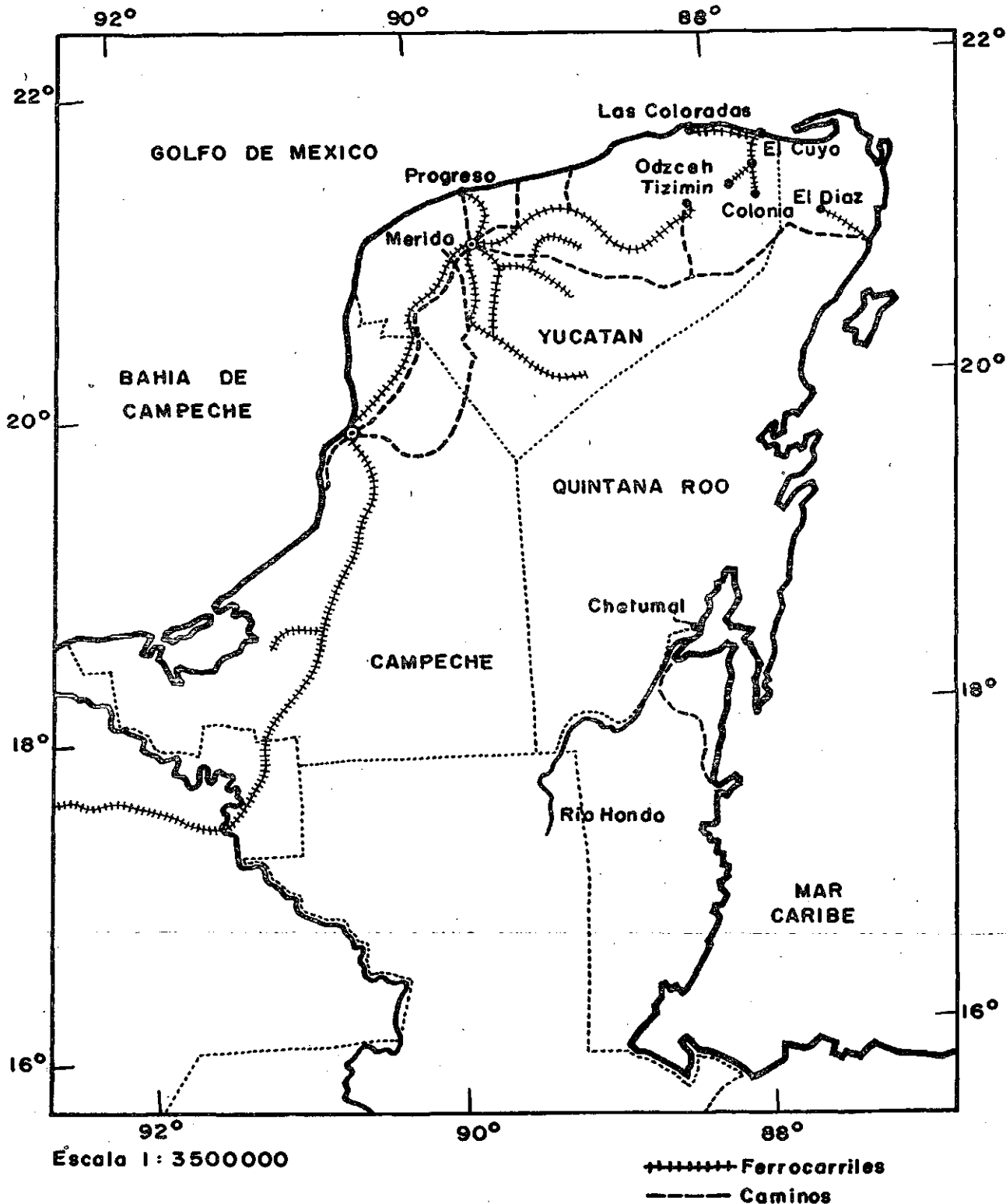
ST/ECLA/CONF.3/L.3.03 *Tamaño, integración y ubicación de la fábrica. Estudio de costos de producción e inversiones en fábricas hipotéticas de papel y celulosa, preparado por la Secretaría.*

ST/ECLA/CONF.3/L.3.1 *Influencia del tamaño de la fábrica y de la integración sobre la inversión y el costo de elaboración de papel y celulosa, por Karlstads Mekaniska Werkstad (Suecia).*

ST/ECLA/CONF.3/L.3.5 *Extracción y transporte de madera en las regiones tropicales, por Pierre Allouard, del Centre Technique Forestier Tropical (Francia).*

ST/ECLA/CONF.3/L.3.8 *Fabricación de pastas con maderas latinoamericanas, por G. H. Chidester, Jefe de la División de Celulosa y Papel y E. R. Schafer, Ingeniero Químico, del Forest Products Laboratory, Servicio Fo-*

Mapa 1
UBICACION DE LAS FABRICAS DE YUCATAN



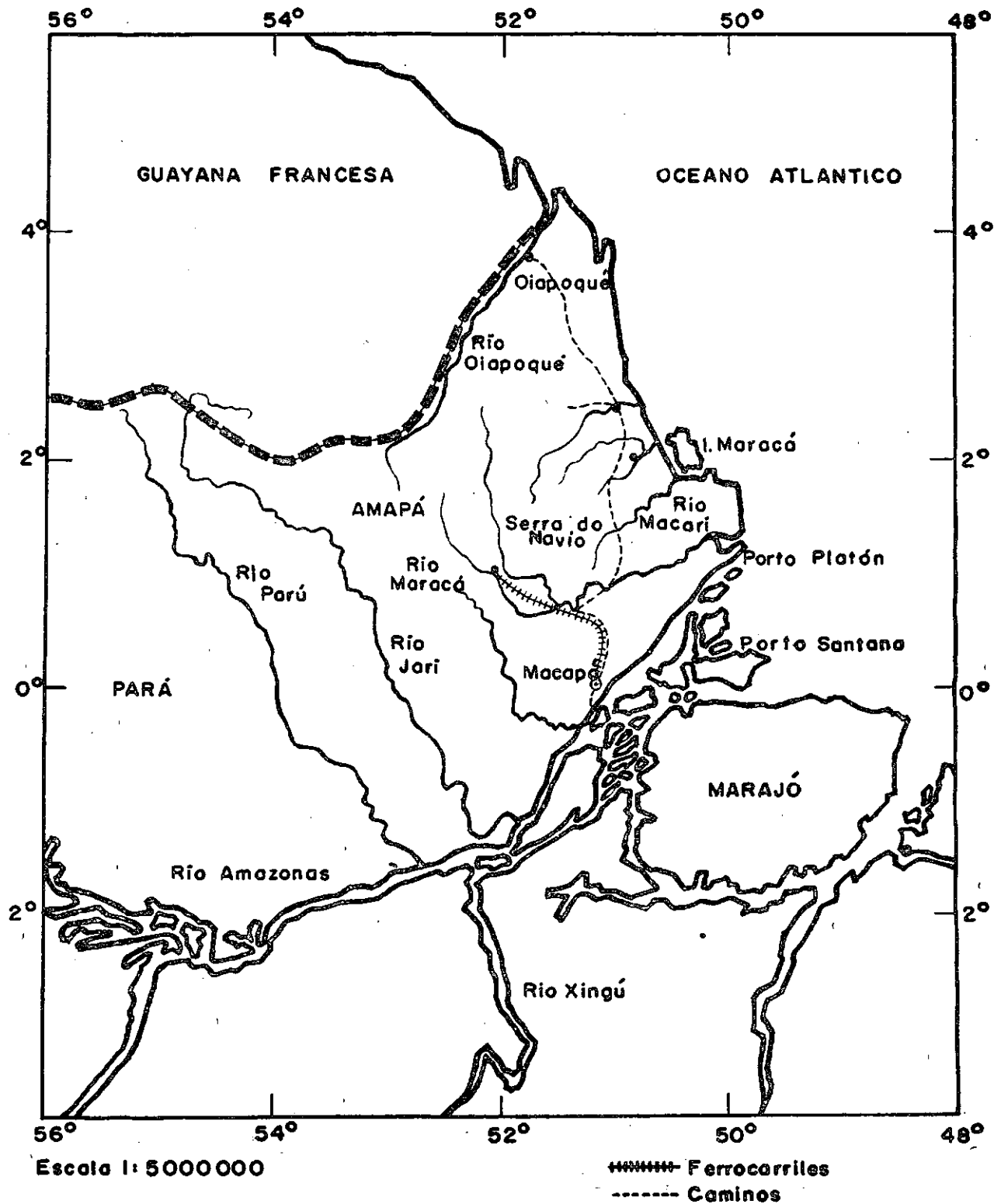
restal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Madison).

ST/ECLA/CONF.3/L.3.10 Resultados preliminares de la investigación sobre las características papeleras de especies tropicales y subtropicales brasileñas, por L. Rys, A.

Boenisch, W. Overbeck y H. Schwarz, Industrias Klabin do Paraná de Celulose, S. A. (Brasil).

ST/ECLA/CONF.3/L.3.13 El empleo en la fabricación de papel de diario, de pasta blanqueada a la soda cáustica fría derivada de ciertas mezclas de especies latifoliadas

Mapa 2
UBICACION DE LAS FABRICAS DE AMAPA



latinoamericanas, por G. H. Chidester, Jefe de la División de Celulosa y Papel y K. J. Brown, Ingeniero Químico, del Forest Products Laboratory, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Madison).

ST/ECLA/CONF.3/L.6.7 Aspectos económicos de la recuperación y quema del licor de desperdicio en los procedimientos al sulfato y al sulfito, por Gustav Edling, Vicepresidente de la Asociación Sueca de Usuarios de Vapor (Suecia).

2. UBICACIÓN

a) Selección de zonas forestales y emplazamientos de las fábricas

Para los fines de este estudio se decidió elegir dos regiones de bosques heterogéneos tropicales que presentasen, si fuera posible, diferencias en la composición del bosque mismo, y en las condiciones locales y de medio ambiente que pudieran influir en la inversión y en los costos de producción. Estas zonas deberían ofrecer de antemano por lo menos algunas perspectivas de desarrollo futuro que justificasen los costos y los esfuerzos realizados.

Las dos regiones que parecían cumplir con los requisitos señalados eran la Península de Yucatán, en México, y el Territorio de Amapá, en el bajo Amazonas (Brasil). Estas dos regiones presentaban además la ventaja de que ya se disponía de alguna información sobre su topografía, suelos, tipo de bosques, especies madereras, etc.

b) Ubicación de la fábrica en Yucatán

La península de Yucatán (véase mapa 1) está cubierta, en gran parte, de bosques tropicales secos de especies heterogéneas que forman extensos bosques ininterrumpidos. En general, el terreno es plano y el bosque relativamente fácil de penetrar. El lugar elegido como posible emplazamiento de la fábrica está situado en Colonia, Yucatán, en el extremo noreste de la península, distante unos 37 km. del pequeño puerto de El Cuyo.

Entre las razones que apoyan esta elección merecen señalarse las siguientes:

a) el bosque está ya en explotación (aunque sólo en lo que toca a sus maderas finas) por la empresa Maderera del Trópico, S. A., que produce madera de construcción y terciada. Esta compañía ha realizado también un estudio preliminar respecto a las posibilidades de establecer allí una fábrica de celulosa y papel;

b) la extensión y composición de los bosques circunvecinos se conocen de una manera general, aunque no en detalle, y el Forest Products Laboratory de Madison ha realizado ensayos sobre la elaboración de pastas a base de sus principales especies;

c) el lugar se encuentra cerca de la costa y está bastante bien situado desde el punto de vista del transporte;

d) se puede encontrar fácilmente agua dulce en cantidad abundante en los pozos naturales ("cenotes"), situados cerca del sitio escogido.

Sin embargo, esta ubicación presenta un serio inconveniente: la dificultad para eliminar los desechos de la fábrica, puesto que en esta parte de la península no existen corrientes de agua superficial, y la fábrica tendría que echar los desperdicios en uno de los cenotes, o bien construir una cañería hasta la costa. Sólo una investigación especial de las corrientes subterráneas permitirá saber si la primera opción es practicable. Podría suceder que todos los cenotes de la región estén conectados por una corriente subterránea y por consiguiente podría contaminarse con los desperdicios. En este trabajo se ha supuesto en forma provisional que los residuos serían arrojados a uno de los cenotes.

Cabe destacar aquí que para la ubicación de la fábrica existen otras posibilidades —y probablemente mejores— en la parte sureste de la península. El examen preliminar de una zona en el Estado de Quintana Roo, cercana al Río Hondo (que forma los límites entre México y Honduras Británica) y a 40 ó 50 kilómetros río arriba de Chetumal, indica que presenta condiciones acaso superiores a las de Colonia para la ubicación de una fábrica de papel y celu-

losa. Los bosques son más ricos —probablemente es doble la cantidad de madera por unidad de superficie—, los árboles son menos ramificados y torcidos, el río es navegable hasta el lugar de la fábrica, etc.

c) Ubicación de la fábrica en Amapá

La superficie elegida para el segundo estudio en el terreno fué el Territorio de Amapá en el Brasil. El Territorio de Amapá (véase mapa 2) está situado en la desembocadura del río Amazonas; al sur limita con este río, al este con el océano Atlántico y al norte con la Guayana Francesa. Su capital es Macapá, situada casi sobre la línea ecuatorial. A lo largo de la costa atlántica, los bosques se encuentran completamente devastados hasta una distancia de 100 a 200 kilómetros del mar; pero el interior del territorio está cubierto por bosques muy valiosos del tipo tropical pluvial.

Algunas de las razones que se tuvieron para elegir esta región fueron las siguientes:

a) el territorio está experimentando un rápido desarrollo económico;

b) se ha descubierto un extenso yacimiento de manganeso en Serra do Navio, en la parte central del territorio; para explotarlo, se encuentra en construcción un ferrocarril desde Porto Santana (cerca de Macapá) hasta el yacimiento; a una distancia de 100 a 120 kilómetros del puerto de Santana la línea ferroviaria pasará cerca del río Araguari, del cual podrá obtenerse fácilmente la cantidad necesaria de agua dulce;

c) se va a construir una planta hidroeléctrica en el río Araguari, a unos 40 kilómetros río abajo del sitio elegido;

d) un reconocimiento aéreo de la región ha denunciado la existencia de bosques valiosos, y aparentemente fáciles de penetrar, al sur del río Araguari y cerca del río Amapari.

El sitio elegido fué Porto Platón, distante unos 10 kilómetros de Porto Grande, sobre el río Araguari.

Esta ubicación tiene algunos inconvenientes y a continuación se indican los más importantes.

En el Territorio de Amapá no se conocen yacimientos de piedra caliza, que deberá traerse de otro lugar, en este caso de un yacimiento situado en el Amazonas a 450 kilómetros río arriba.

La región es poco poblada y pueden presentarse dificultades para conseguir trabajadores para la fábrica y para la explotación forestal.

Reconocimientos posteriores, realizados mientras se preparaba este trabajo, hacen dudar que los bosques fácilmente explotables pudiesen proporcionar la madera suficiente para abastecer una fábrica de más de 60 mil toneladas de capacidad. Si estas dudas se confirmasen, la realización de un proyecto en Amapá sería por cierto problemática aunque pareciera factible desde otros puntos de vista. Sin embargo, como el objetivo principal de este trabajo es sólo expositivo, se ha partido de la base de que no existiría ninguna dificultad para abastecer con madera fábricas de cualquier tamaño.¹

3. EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA MADERA²

a) Hipótesis e informaciones básicas

Se ha supuesto que la explotación forestal se hará sobre

¹ Dado que la finalidad primordial del presente trabajo es la exposición, se estudian fábricas de papel no integradas, de varios tamaños, aunque naturalmente no existe ninguna razón para instalar una fábrica de papel no integrada en Amapá o en Yucatán. Se ha supuesto que tales fábricas, ya sea en México o en el Brasil, se ubicarían cerca de los centros consumidores de papel.

² Como existen muy pocas informaciones sobre los sistemas de extrac-

la base de rendimientos sostenidos, con una rotación de 40 años, turno que podría reducirse a 30 años tratándose de especies de crecimiento más rápido. Se adoptaría el sistema de "tala total",¹ puesto que la experiencia indica que es el más adecuado para la explotación de bosques tropicales, tanto desde el punto de vista silvícola como del costo. Se seguiría, por supuesto, un cierto plan de ordenación forestal para regular la forma, ubicación y magnitud de las superficies que se exploten, de modo que se facilite la repoblación natural, tanto por semilla como por renuevos. De cinco a siete años después de la tala total, deberá realizarse un raleo selectivo para dejar únicamente aquellas especies aptas para la elaboración de pasta. La *Cecropia* (kochlé o imbauba) y otras especies de rápido desarrollo podrían constituir una excepción, puesto que durante este plazo habrán alcanzado el tamaño apropiado para utilizarse como madera para celulosa.

En este estudio no se toma en consideración el gran número de especies que podrían exportarse como madera de construcción o usarse con otros fines que les otorgarían mayor utilidad que como madera para celulosa. Su mejor aprovechamiento se reflejaría en la rentabilidad de la empresa. Se ha preferido considerarlas como un margen de seguridad para el cálculo de costos de la celulosa o como una reserva potencial que sólo sería aprovechable cuando la fábrica de celulosa propuesta esté integrada con otras industrias forestales.

Se ha supuesto, en forma prudente, que sólo la mitad del bosque podría usarse para celulosa y el resto serviría como leña, aunque las necesidades de este combustible dependerán del tipo y tamaño de la fábrica. Por otra parte, sólo se ha hecho una pequeña previsión para manejar y almacenar por separado las especies individuales o los grupos de especies. Los ensayos de laboratorio señalan que, dentro de ciertos límites de color y peso específico, la composición de las mezclas de madera tiene relativamente poca importancia en la fabricación de celulosa.

Los costos de extracción y transporte se han distribuido entre la madera para celulosa y la leña; pero aquéllos en que habría forzosamente de incurrirse en la extracción de madera para celulosa (trabajos preparatorios, construcción de caminos y operaciones silvícolas) se han cargado en su totalidad a este último renglón.

Los cálculos se basan en toneladas de madera verde (es decir, 60 por ciento de materia seca) con corteza, y se ha supuesto prudentemente que cuatro toneladas de madera darían una de celulosa.

Las selvas de Yucatán, compuestas por árboles poco recetos y a menudo muy ramificados, de una altura media de 20 a 25 metros, pueden proporcionar alrededor de 100 toneladas de madera por hectárea. Esta estimación² excluye las lianas y arbustos pero comprende árboles de todo diámetro. Para el proyecto de las fábricas hipotéticas se ha considerado conservadoramente que una hectárea sólo puede rendir 40 toneladas de madera para celulosa y una cantidad igual de leña, es decir, una tonelada por año si se toma

ción de madera de los bosques tropicales para la elaboración de celulosa, se ha pensado que incluir en este estudio una reseña de las operaciones forestales sería de gran interés para los lectores. Por ello, se considerará este aspecto con mayor detención que otros que tienen también importancia. Se espera que las notas siguientes sirvan para guiar al lector a través del abundante material de referencia que figura en los apéndices.

¹ Para mayor exactitud, se ha supuesto que se extraerá toda la madera para celulosa y toda la leña que se requiera como combustible para la fábrica. La cantidad de leña dependerá del sistema de funcionamiento de la fábrica. Los demás árboles serán destruidos por descortezamiento anular.

² Basada en inventarios realizados por Maderas del Trópico, S. A.

en cuenta un período de rotación de 40 años.³ El denso bosque de Amapá, compuesto por árboles muy rectos, contiene alrededor de 200 toneladas de madera por hectárea. Se estima que cada hectárea rendiría 100 toneladas de madera para celulosa y otro tanto de leña, o sea 2,5 toneladas de madera para celulosa por año.⁴

En el cuadro siguiente se indican las superficies que se necesitarían, de acuerdo con los rendimientos indicados, para abastecer fábricas de celulosa de diferentes tamaños. En el caso de Yucatán, las superficies se han aumentado en un 25 por ciento para dejar cierto margen a las actividades agrícolas y a la explotación de algunas maderas valiosas (principalmente cedro).

Cuadro I

SUPERFICIES REQUERIDAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE FABRICAS DE DIFERENTES TAMAÑOS

	Tam. de la fáb., tons./día			
	50	100	200	300
Necesidades anuales de madera para celulosa (miles de toneladas)	60	120	240	360
Superficies necesarias en Yucatán (miles de hectáreas)	75	150	300	450
Superficies necesarias en Amapá (miles de hectáreas)	24	48	96	144

En el caso de Yucatán existen zonas forestales de fácil acceso más que suficientes para los proyectos considerados. Para los de Amapá, en cambio, se plantean dos posibilidades. La primera supone que cerca de Porto Platón existan bosques suficientes en terrenos planos capaces de abastecer fábricas de todos los tamaños. En la segunda se prevé la necesidad de un abastecimiento adicional únicamente para la fábrica de 300 toneladas diarias y para ello se explotarían zonas más lejanas o terrenos ubicados a lo largo de la proyectada línea férrea a Serra do Navio. Estas dos posibilidades previstas para la explotación forestal de mayor tamaño se señalan en este trabajo como opciones 1 y 2, respectivamente.

Investigaciones realizadas cuando se terminaba este estudio han revelado que la superficie de fácil explotación cerca de Porto Platón comprende unas 60 mil hectáreas, es decir, que sería suficiente (a base de las suposiciones hechas) para una explotación forestal no mayor de 120 mil toneladas. A pesar de ello, se dan a conocer los cálculos hechos para fábricas de todo tamaño, puesto que —como se explica bajo el epígrafe 2— aclaran algunos problemas que, para la extracción de madera y su transporte, se presentan en la región del Amazonas. Debe anotarse que en todo el bajo Amazonas existen extensas zonas forestales tan planas y densas como las situadas en las cercanías de Porto Platón. Se estima que las conclusiones a que se ha llegado en este estudio también son válidas para ellas.

b) Unidades forestales y administración central.

La experiencia adquirida en explotaciones semejantes indica que es aconsejable dividir la superficie de explotación en unidades que produzcan anualmente unas 60 mil toneladas de madera para celulosa y la cantidad de leña que sea necesaria. Estas unidades deben ser independientes en lo que respecta a equipo, caminos secundarios, vías de saca, talleres de reparaciones y personal de explotación. De este modo, el equipo y la mano de obra necesarios para la explo-

³ Suponiendo que se trabaje 300 días al año.

⁴ La Misión de la FAO enviada al Amazonas estimó que el rendimiento por hectárea sería de 250 metros cúbicos, excluyendo los árboles de menos de 15 centímetros de diámetro.

tación son proporcionales al número de unidades requeridas.¹

La administración central² tendrá a su cargo las operaciones y servicios comunes a todas las unidades, como por ejemplo construcción y mantenimiento de caminos principales, transporte entre las unidades y la fábrica, reparaciones mayores que deben realizarse en el taller central, silvicultura, vivienda, sanidad y servicios de esparcimiento.

c) Trabajos preparatorios generales

i) *Fotografía aérea y reconocimiento previo.* La extrema variabilidad de los bosques tropicales y a veces su difícil acceso hacen que las fotografías aéreas sean indispensables para realizar un reconocimiento preliminar, tener una idea de su composición y planificar las operaciones forestales. El reconocimiento preliminar facilita la selección de las zonas que se tomarán en cuenta para abastecer la fábrica y las que se dedicarán a faenas agrícolas o crianza de ganado, viviendas para el personal, explotación de madera, etc. Proporciona además bases para organizar la tala y trazar los caminos. Se pueden levantar censos preliminares combinando la interpretación de las fotografías aéreas con muestreos realizados en el 1 por ciento de la superficie.

Los gastos ocasionados por este concepto no se consideran en el proyecto de Amapá, puesto que ya existían fotografías de toda la zona.³ Para Yucatán el costo del trabajo fotogramétrico aéreo se ha estimado en 0,25 pesos mexicanos por hectárea, o sea, 25 mil pesos para la unidad de 60 mil toneladas, en cambio para la misma unidad, el muestreo terrestre costaría alrededor de 125 mil pesos.⁴

ii) *Experimentación de métodos de trabajo.* Antes de adquirir grandes cantidades de equipo es conveniente ensayar en pequeña escala los métodos de trabajo. Esta operación se facilitaría en Yucatán por existir una empresa que ya explota los bosques. El costo de este ensayo piloto se estima en 40 mil dólares, tanto en el caso de Yucatán como en el de Amapá.⁵

d) La red caminera

Antes de describir las operaciones forestales y de especificar con detalle el equipo y el personal, es necesario considerar la red caminera que deberá trazarse para extraer la madera y transportarla hasta la fábrica.

Para mayor simplicidad, los datos que aquí se proporcionan se refieren únicamente a Amapá, salvo indicación

en contrario. Los cálculos completos para Amapá y Yucatán se indican en los cuadros que se insertan al final.

i) *Los caminos principales* unen la fábrica con las unidades y las atraviesan, formando una red de líneas casi paralelas con intervalos de 5 a 10 kilómetros. Los intervalos dependen del costo de construcción del camino, de las características del terreno, de las condiciones climáticas y de la densidad y contenido del bosque en madera. Los caminos deberán ser permanentes, transitables durante todas las estaciones y cubiertos con grava o laterita; algunas secciones pueden ser asfaltadas si el tráfico y ciertas consideraciones de costo así lo exigen.⁶ Tendrían terraplenes y puentes semipermanentes, de manera que las hondonadas puedan cruzarse durante todo el año.⁷

La longitud de la red de caminos principales se ha calculado sobre la base de que un kilómetro podría servir 500 a 1,000 hectáreas, agregando 20 por ciento para la construcción de secciones transversales y dejando también un margen para las secciones adicionales que sean necesarias para asegurar un tránsito permanente entre la fábrica y las unidades forestales. Estas secciones adicionales dependerán de la disposición de las unidades en el conjunto.

Se calculan unos 80 kilómetros de caminos principales por unidad de explotación,⁸ o sea, para la extracción de 60 mil toneladas anuales de madera para celulosa. Las longitudes necesarias para explotaciones de otros tamaños son proporcionales, salvo en el caso de la opción 2, relativa a la explotación de 360 mil toneladas, en la cual la longitud es 580 kilómetros (contra 480 de la opción 1), debido a que la explotación se extiende más allá de la superficie de acceso inmediato.

El costo de los caminos principales ha sido considerado como una inversión permanente, a amortizar y cargar en la cuenta de madera para celulosa. Se supone que un equipo compuesto por dos tractores D8 ó D6 del tipo oruga, con *bulldozers* y semirremolques, 1 motoniveladora grande, 3 operarios calificados y 12 no calificados puede construir 100 metros diarios de camino principal. El costo por kilómetro, resulta de 340 dólares,⁹ más 22.200 cruceros,¹⁰ o sea 1.034 dólares. Esto representa un costo total de 82.700 dólares por la explotación de 60 mil toneladas. Los gastos para los otros tamaños están en proporción directa, excepto en la opción 2, cuyo costo es de 595.400 dólares comparado con 496.200 dólares en la opción 1.

Suponiendo que la construcción de la red de caminos principales se termine en cuatro años, el avance diario en la construcción deberá ser de 67, 133, 266 y 400 metros (opción 1) ó 480 metros (opción 2) para los distintos tamaños en orden ascendente. Esto significa, en la práctica, el empleo de 1, 2, 3 y 4 ó 5 equipos, respectivamente, y

⁶ En el caso de Yucatán, todos los caminos principales serían asfaltados.

⁷ Los caminos principales se construirán en Amapá de la siguiente manera: se sacarán los tocones, etc. en un ancho de 9 metros; se construirá una base convexa de 7 metros de ancho de manera que los puntos más bajos queden 10 centímetros sobre el nivel natural del terreno; el material necesario se acarreará por *bulldozers* de lugares situados a 2 metros del camino; la nivelación y la formación se harán con motoniveladoras; se esperará seis meses hasta que la tierra se asiente; se nivelará nuevamente con motoniveladoras y luego se esperará dos meses; se cubrirán con una capa de 25 centímetros de grava de laterita extraída con rastra; nueva nivelación con motoniveladora; se despejará una franja de 15 metros a ambos lados del camino (como parte de la explotación) y se construirán puentes de madera permanentes, etc. donde sea necesario.

⁸ Las variaciones en la superficie de las unidades forestales quedan compensadas por los diferentes intervalos entre los caminos principales.

⁹ Principalmente repuestos y combustible importado.

¹⁰ Sueldos y salarios.

¹ Administración de la unidad: 1 jefe de corta, 5 jefes de patio, 10 jefes de cuadrilla, 1 contador y 4 oficinistas. Las necesidades en mano de obra calificada y no calificada se analizarán más adelante.

² Administración central: director forestal (excepto para la explotación más pequeña), subdirector, auxiliar administrativo y cierto número de jefes, contadores, oficinistas y mensajeros, que aumenta ligeramente con el tamaño de la fábrica.

³ Estas fueron interpretadas por el señor Dammis Heinsdijk, del Departamento Forestal de Surinam, miembro de la misión enviada por la FAO al Amazonas. En general, el trabajo realizado por la FAO simplifica grandemente esa fase de la explotación en el Amapá.

⁴ El costo del trabajo fotogramétrico aéreo aumenta proporcionalmente con el tamaño de la fábrica, lo que no ocurre con el del reconocimiento terrestre (incluyendo interpretación y muestreo), que llegaría a 250, 450 y 625 mil pesos para explotaciones de 120, 240 y 360 mil toneladas, respectivamente.

⁵ Equipo necesario sería: Yucatán: 1 tractor con arco tipo D4 con oruga, 1 camión diesel de 5 toneladas con remolque de 4 ruedas, 1 grúa automática y 1 malacate; y en Amapá: 1 tractor con oruga tipo D6, 1 tractor con oruga tipo D4 y 1 camión.

una organización que asegure que los equipos estén en continuo trabajo. Los costos señalados incluyen la construcción de puentes y terraplenes, mantenimiento y combustibles y repuestos para los equipos, pero excluyen la amortización de la maquinaria (considerada en forma global en la amortización de todo el equipo de operaciones forestales).

El mantenimiento de los caminos principales por kilómetro requiere anualmente alrededor del 12 por ciento del trabajo necesario para la construcción de un kilómetro; el equipo será el mismo pero se emplearán niveladoras más livianas y tractores D6. Por cada mil toneladas de madera para celulosa, se requerirá para el mantenimiento de caminos 1,6 equipos-día, es decir, 3,2 tractores D6-día, 1,6 niveladoras livianas-día, 8 y 19,2 hombres-día (operarios calificados y no calificados, respectivamente); estos gastos se cargan a la madera para celulosa.

ii) *Los caminos secundarios* cruzan a los principales a intervalos de más o menos un kilómetro; de este modo, un kilómetro de camino secundario sirve 100 hectáreas. Aunque construidos para soportar el tráfico aún en época de lluvias, tendrán carácter temporal y estarán destinados a durar sólo el tiempo que demore la explotación de la zona que cruzan.¹

El costo de construcción de los caminos secundarios se ha cargado también a la madera para celulosa y ha sido estimado en el supuesto de que un equipo compuesto de 2 tractores D6 (ocasionalmente 1), con *bulldozers* y semiremolques, 1 motoniveladora grande, 4 operarios calificados y 12 no calificados, podría construir 200 metros diarios. Como un kilómetro de camino sirve 100 hectáreas que contienen 10 mil toneladas de madera para celulosa, el costo de construcción de caminos secundarios por mil toneladas de madera es de 1 tractor D6-día, 0,5 motoniveladoras-día, 2 y 6 hombres-día (operarios calificados y no calificados, respectivamente).

Un equipo similar, pero con motoniveladoras livianas, puede reparar un promedio de 800 metros de caminos secundarios al día. De este modo, el costo de mantenimiento de estos caminos (cargado a la madera para celulosa y a la leña) se estima por mil toneladas de madera en 0,25 tractores D6-día, 0,125 motoniveladoras-día, 0,5 y 1,5 hombres-día (operarios calificados y no calificados, respectivamente).

iii) *Las vías de saca* se abrirán a mano a razón de más o menos un kilómetro por cada dos hectáreas de explotación. Construidas principalmente para el tráfico de tractores, deberán permitir, cuando sea posible, el paso de camiones para reducir la distancia de acarreo, que variará por lo general entre 0 y 500 metros. Siempre que sea posible, los acarreos a larga distancia se realizarán en los meses secos, concentrando la extracción durante la época de lluvias en las zonas cercanas a los caminos principales y secundarios.² Las vías de saca se abrirán por los equipos de acarreo; la maquinaria y mano de obra necesarias para ello se examinan más adelante.

¹ Construidos en Amapá de una manera similar a los caminos principales, pero con las siguientes modificaciones: ancho sólo 5 metros; terraplenes sólo para disminuir gradientes; una sola nivelación con motoniveladora; una capa de 10 centímetros de grava de laterita, suprimida donde sea posible; puentes provisionales.

² Esto permitirá reducir la distancia media de acarreo a 125 metros. Véase la descripción *infra*, e), iii).

En este aspecto se limitó nuevamente al caso de Amapá la descripción de los elementos principales en que se basa el cálculo de los costos. Existen diferencias importantes entre las estimaciones para Amapá y Yucatán, que provienen, principalmente, de la mayor mecanización y del menor empleo de mano de obra en Amapá. Tales diferencias se señalan en los anexos 1 al 7 y 28 al 34, que deben consultarse para obtener mayores detalles sobre cada caso.

i) *Operaciones de parcelación, inventario y marca.* La tala en Amapá estará delimitada por la configuración misma del terreno, de modo que la utilidad de la parcelación (dividir la superficie en parcelas de 100 por 100 metros) es discutible.³ Sin embargo, el trazado de las líneas kilométricas será necesario para levantar un censo; la limpieza de los matorrales (rubro principal del costo de parcelación), deberá hacerse de todas maneras para marcar los árboles, y la parcelación será muy útil para controlar la producción y el rendimiento por hectárea. Las operaciones de parcelación comprenden:

Trazado de líneas kilométricas mediante taquímetro y compás, y colocación de postes de concreto en cada kilómetro:

Un especialista y 10 operarios pueden cubrir 5 kilómetros diarios, o sea, 250 hectáreas. Como una hectárea suministra 100 toneladas de madera para celulosa, por mil toneladas de madera para celulosa se emplearán 0,04 y 0,4 hombres-día de operarios calificados y no calificados, respectivamente. El costo se cargará enteramente a madera para celulosa.

Trazado de líneas hectométricas con jalones y estacas:

Un capataz y 5 operarios hacen al día 5 kilómetros (25 hectáreas). Las necesidades de mano de obra por mil toneladas de madera para celulosa serán por lo tanto, de 0,4 y 2,0 hombres-día (obreros calificados y no calificados, respectivamente).

Pintar y numerar los árboles cada 100 metros:

Un especialista y 2 operarios pueden hacer al día 5 kilómetros (25 hectáreas). Por lo tanto, las necesidades de mano de obra por mil toneladas de madera para celulosa serán de 0,4 y 0,8 hombres-día (operarios calificados y no calificados, respectivamente).

En consecuencia, la mano de obra total que se necesita en la parcelación, por mil toneladas de madera para celulosa, es de 0,84 y 3,2 hombres-día (obreros calificados y no calificados, respectivamente).

Un censo levantado a base de las unidades de parcelación debe también proporcionar una idea sobre la configuración del terreno y la presencia de corrientes de agua. Aunque puede que no sea necesario levantar un censo de la superficie total de explotación, proporcionará ésto información muy valiosa sin incurrir en gastos extraordinarios, puesto que los gastos principales —limpieza de matorrales y marca de los árboles— habrán de realizarse de todas maneras. Los censos serían particularmente útiles si se considera la explotación ulterior de madera para construcción.

El censo comprende las siguientes operaciones:

Limpieza de los matorrales:

a razón de $\frac{1}{3}$ de hectárea por hombre por día, es decir, 30 hombres-día de mano de obra no calificada por mil toneladas de madera para celulosa.

El censo propiamente tal:

un equipo compuesto por un especialista y 10 operarios puede cubrir al día 10 hectáreas. Por lo tanto, las necesidades de mano

³ En Yucatán el terreno es completamente plano.

de obra por mil toneladas de madera para celulosa serán de 1 y 10 hombres-día (operarios calificados y no calificados, respectivamente).

Marca de los árboles:

Se realizará con el mismo equipo del censo, pero con un consumo de mano de obra 50 por ciento mayor que el de este último. En consecuencia, por mil toneladas de madera para celulosa será necesario considerar además 0,5 y 5 hombres-día (operarios calificados y no calificados, respectivamente).

El conjunto de las operaciones de parcelación, censo y marca demandará en total 2,34 hombres-día de mano de obra calificada y 48,2 hombres-día no calificados por mil toneladas de madera para celulosa. De los primeros, 0,4 (del equipo de pintar y numerar) serán operarios calificados de segunda categoría. Estos costos se cargan a la madera para celulosa.

ii) *Tala y trozamiento.* La explotación se realizará mediante la tala total en fajas;¹ los árboles de menor diámetro (menos de 35 centímetros) se talarán primero; el trozamiento en longitudes de 7 y 9 metros (el más económico desde el punto de vista del trozamiento mismo y de las operaciones de carga) se realizará a mano en el lugar de derribo.²

La tala y el trozamiento (ambos a mano) serán realizados por un equipo de dos hombres, capaz de rendir 10 toneladas por día. Un capataz ayudado de 2 operarios tendrá a su cargo 50 de estos equipos. De este modo, las necesidades de mano de obra por mil toneladas de madera para celulosa serán de 2 y 204 hombres-día en obreros calificados y no calificados, respectivamente; el costo se ha cargado a la leña y a la madera para celulosa en las proporciones en que se cortan y se usan. La tala o destrucción de los árboles no utilizados se considera como costo silvícola y se carga a la madera para celulosa.

iii) *Acarreo.* Los caminos secundarios servirán una franja de 500 metros a cada lado. En los meses secos se explotarán las mitades más alejadas de estas franjas y los camiones penetrarán al bosque por las vías de saca. En la época de lluvias se explotarán las mitades más cercanas de estas franjas y los camiones sólo transitarán por los caminos secundarios. Por lo tanto, en ambas estaciones la distancia media de acarreo será de 125 metros.

Los árboles pequeños (alrededor de un tercio del volumen total) y los de mayor diámetro (de más de 35 centímetros) se tratarán por separado. Para los primeros, se ocupará un equipo compuesto por un tractor D4, conductor y ayudante, 10 hombres para abrir las vías de saca³ y limpiar el terreno después de la tala, y 4 acarreadores. Este equipo tiene capacidad para 70 toneladas diarias durante los seis meses de la estación seca y para 40 toneladas durante la época de lluvias, lo que hace un promedio de 55 toneladas anuales. Para los árboles de mayor diámetro se empleará un tractor D6 con el mismo equipo, pero con sólo

¹ Para mayor exactitud, se ha supuesto que los árboles que no se emplean para celulosa ni para leña serán destruidos por descortezamiento anular, para evitar que en la segunda rotación el bosque presente una composición inadecuada.

² Los troncos mayores de 50 centímetros de diámetro serán trozados en longitudes de tres metros y se cortarán en la fábrica antes de convertirlos en astillas.

³ Un hombre puede abrir por día alrededor de 33 metros de vías y efectuar la limpieza correspondiente. Como una hectárea tiene cerca de 500 metros de vías de saca y contiene 100 toneladas de madera, se necesitarán 10 hombres para abrir las vías por donde deben sacarse las 70 toneladas que corresponden al rendimiento diario del equipo con tractor D4.

5 hombres para abrir las vías de saca. Este equipo podría rendir 100 toneladas diarias durante la época seca y 60 en los meses de lluvias, o sea que tendrá un rendimiento medio anual de 80 toneladas. Así, ambos equipos, y otro compuesto por 3 hombres para ordenar y apilar la madera en el lugar de carga de los camiones, movilizarán en conjunto 135 toneladas diarias. El personal de los camiones, ayudado por los acomodadores de madera, cargará los vehículos.

En esta operación se necesitarán, por mil toneladas de madera (para celulosa o leña), 7,4 tractores D4-día, 7,4 tractores D6-día, 30 hombres-día calificados y 208 hombres-día no calificados.

iv) *El transporte* de la madera hasta la fábrica se hará con camiones del tipo 5-6 T, provistos con remolque de un eje para los troncos de 7 y 9 metros; cada camión transportará 9 toneladas en la época de sequía y 7 en la de lluvias, o sea, un promedio de 8 toneladas. Los camiones que transportarán los troncos de menor tamaño estarán equipados con grúas automáticas de 1,5 toneladas y los otros con malacates de dos cables. La distancia media de transporte a la fábrica para los cuatro tamaños de operación considerados, estimada de acuerdo con la distribución de las superficies de explotación, será de 8, 12, 20 y 28 kilómetros, respectivamente. Admitiendo que las faenas de carga y descarga correspondientes a un viaje completo demoren una hora, se ha calculado el número de camiones-día por mil toneladas de madera de la manera que expresa el cuadro 2.⁴

Cuadro 2
NECESIDADES DE TRANSPORTE

	Tonelaje anual de madera (Miles de toneladas)			
	60	120	240	360 (Opción 1)
Tonelaje diario de madera (toneladas)	200	400	800	1.200
Distancia media por viaje completo (kms)	16	24	40	56
Viajes diarios, por camión	5	5	4	3
Camiones-día necesarios	5	10	25	50
Camiones-día por mil toneladas de madera	25	25	31	42
Camiones necesarios (más un 20% para imprevistos)	6	12	30	60

Cada camión dispondrá de un conductor (calificado) y de un ayudante (no calificado); además habrá personal para la flota en general. En consecuencia, la mano de obra necesaria en cada uno de los cuatro tamaños considerados será, en orden ascendente, de 60, 60, 75 y 100 hombres-día, respectivamente; en cada caso, la mitad de la mano de obra corresponderá a obreros calificados.

En el caso de la opción 2 sólo se ha investigado la posibilidad de emplear el ferrocarril en construcción para la madera que se traería de lugares más distantes. Como las

⁴ En sentido estricto, la primera línea del cuadro se refiere a la magnitud de la faena de "transporte" más bien que a la de "explotación forestal", en cuanto a la capacidad indicada. La fábrica más pequeña necesitaría 60 mil toneladas de madera para celulosa; la cantidad de leña que use dependerá del procedimiento que se adopte para la fabricación. El costo del transporte de leña por mil toneladas será igual al de la madera para celulosa para un tamaño dado de fábrica, puesto que el costo varía solamente según la cantidad a transportar y la distancia. Por razones de carácter silvícola se ha supuesto que la leña se retirará de toda la superficie explotada en forma pareja.

Cuadro 3

NECESIDADES TOTALES DE MANO DE OBRA QUE PUEDEN CARGARSE DIRECTAMENTE A LA EXTRACCION DE MADERA (EXCLUYENDO EL TRANSPORTE)

(Hombres-día por mil toneladas de madera)

Actividad	Madera para celulosa			Leña		
	Trabajadores calificados primera categoría	Trabajadores calificados segunda categoría	Trabajadores no calificados	Trabajadores calificados primera categoría	Trabajadores calificados segunda categoría	Trabajadores no calificados
Mantenimiento de caminos principales	4,00	4,00	19,20	4,00	4,00	19,20
Parcelación, inventario y marca de árboles	1,94	0,40	48,20	—	—	—
Construcción de caminos secundarios	1,00	1,00	6,00	—	—	—
Mantenimiento de caminos secundarios	0,25	0,25	1,50	0,25	0,25	1,50
Tala y trozamiento	—	2,00	204,00	—	2,00	204,00
Acarreo	15,00	15,00	208,00	15,00	15,00	208,00
Trabajos silvícolas	20,00	—	145,00	—	—	—
Varios (talleres, otros transportes, imprevistos, etc.)	32,81	92,35	118,10	2,15	48,75	27,30
Total	75,00	115,00	750,00	21,40	70,00	460,00

condiciones locales favorecen la construcción de caminos permanentes, sólo en casos de emergencia se aprovecharán otros medios; en cualquier caso será necesario esforzarse en mantener transitables los caminos durante la época de lluvias. En casos excepcionales podría usarse el ferrocarril, (utilizando las grúas de los camiones para cargar los carros) y los tractores de reserva se emplearían para el transporte en largas distancias.¹

v) *Los trabajos silvícolas* se han cargado en su totalidad a la madera para celulosa. Aquellas especies no empleadas en la elaboración de celulosa y no aprovechadas como leña deberán destruirse por descortezamiento anular. Dos operarios pueden realizar este trabajo a razón de 0,3 hectáreas diarias. En caso de que no se extraiga leña, se requerirán como máximo 66 hombres-día no calificados por mil toneladas de madera para celulosa; el mínimo (que corresponde al caso de la tala total) será cero. En los cálculos se ha incluido el máximo con el fin de dar a los costos un margen de seguridad.

Pasados 5 a 10 años después de la tala, se cortarán las especies de rápido desarrollo que sean aptas para la fabricación de celulosa, tales como la *Cecropia*, y al mismo tiempo se realizará un raleo selectivo para dejar sólo las especies adecuadas para celulosa u otros usos. Este trabajo lo podrá realizar un equipo compuesto por 1 obrero calificado y 4 no calificados a razón de 0,5 hectáreas por día. Por lo tanto, la mano de obra necesaria para mil toneladas de madera para celulosa será de 20 y 80 hombres día (obremos calificados y no calificados, respectivamente).

f) Necesidades totales de mano de obra y de equipo

En el cuadro 3 se han reunido las necesidades de mano de obra (hombres-día por mil toneladas de madera) para la extracción de madera en Amapá; se consignan todas las operaciones indicadas, excepto los trabajos preparatorios, la construcción de los caminos principales (considerados como inversión permanente y amortizados en la cuenta de madera) y el transporte (que se analiza más adelante).

Estas necesidades de mano de obra se encuentran en proporción directa con la madera extraída y son independien-

¹ En el cálculo de costos se ha anotado la misma suma para transporte en las dos opciones más grandes de explotación; de hecho, debiera haberse fijado una cifra mayor en la opción 2.

tes del tamaño de la explotación forestal. Debe agregarse al total la mano de obra necesaria para el transporte, que varía según el tamaño de la explotación. (Véase cuadro 4.)

Cuadro 4

NECESIDADES DE MANO DE OBRA PARA TRANSPORTE

(Hombres-día por mil toneladas de madera)

	Magnitud de la explotación forestal (Miles de toneladas)			
	60	120	240	360
	(Opción 1)			
Calificados, primera categoría (conductores)	30	30	37,5	50
No calificados (ayudantes)	30	30	37,5	50

A base de las necesidades de mano de obra por 1.000 toneladas de madera, es posible calcular el número de operarios requeridos para los diversos tamaños de explotaciones forestales (suponiendo 300 días de trabajo por año). Estas cifras se indican en el anexo 30, conjuntamente con las estimaciones del personal necesario para la administración central y de las unidades, además de sueldos, salarios y costo total de la mano de obra y del personal administrativo.²

El cálculo de las necesidades totales de viviendas se basó en el cálculo de la cantidad de personal de las diferentes categorías; los detalles de los proyectos se indican en los anexos 3 (Amapá) y 4 (Yucatán).

Para estimar las inversiones en equipo se han sumado las necesidades de todas las actividades. Los rubros siguientes varían proporcionalmente al volumen de madera extraída.

A estos rubros debe agregarse el de los camiones para transporte (su número varía con el tamaño de la explotación: 6, 12, 30 y 60 camiones de cinco toneladas, según los cuatro casos considerados) y el equipo para construcción de caminos principales (cuyo detalle figura al principio de esta sección.) A los totales se han agregado vehículos diversos —autos, jeeps, etc.— y un 15 por ciento para otros equipos. El detalle de los cálculos para Amapá se indica en el anexo 29 y para Yucatán, en el anexo 2.

² La información correspondiente a Yucatán se indica en el anexo 3.

Cuadro 5

NECESIDADES DE EQUIPO PROPORCIONALES AL VOLUMEN DE MADERA EXTRAIDA
(Equipos-día por mil toneladas de madera)

	Madera par celulosa				Leña		
	tractor D6	tractor D4	niveladora grande	niveladora pequeña	tractor D6	tractor D4	niveladora pequeña
Mantenimiento de caminos principales	3,20	—	—	1,60 ⁿ	—	—	—
Construcción de caminos secundarios	1,00	—	0,50	—	—	—	—
Mantenimiento de caminos secundarios	0,25	—	—	0,13	0,25	—	0,13
Acarreo	7,40	7,40	—	—	7,40	7,40	—
Total	11,85	7,40	0,50	1,73	7,65	7,40	0,13^s

ⁿ Cargado a la madera para celulosa en los cálculos subsiguientes, porque para la leña, aun en el caso de la explotación más grande, basta con una pequeña parte del trabajo de una niveladora chica.

g) *Inversión y costo total de la madera*

Las inversiones totales para las explotaciones forestales se resumen en los anexos 28 (Amapá) y 1 (Yucatán). Se ha agregado un rubro para gastos imprevistos y varios, y se ha presupuestado como capital de trabajo una suma equivalente a dos meses de producción para Amapá,¹ y a un mes para Yucatán.

Los datos anteriores sirven de base para evaluar los costos de la madera para celulosa y de la leña para los diversos proyectos de explotación forestal. Se ha supuesto que la mitad del rendimiento en madera del bosque es de calidad apropiada para celulosa. El costo de mano de obra está basado en las necesidades estimadas. Se ha calculado también el costo de los combustibles, reparaciones y repuestos. La amortización de las inversiones está prevista en varios plazos: 30 años para los trabajos preparatorios y la construcción de caminos principales, 20 años para las viviendas, 4 para los tractores y 6 para los camiones y otros vehículos. Se ha calculado una tasa de interés de 8 por ciento para la inversión total y para el capital de trabajo.

Estos cálculos conducen al costo final de la madera para celulosa y de la leña para las diversas explotaciones forestales en cada zona (cuadro 6).

Cuadro 6

COSTO ESTIMADO DE LA MADERA: AMAPÁ Y YUCATÁN
(Dólares por tonelada)

Magnitud de la explotación forestal (Miles de toneladas por año)	Amapá		Yucatán	
	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña
60	8,50	4,51	5,55	2,35
120	8,11	4,57	5,36	2,42
240	8,08	4,81	5,37	2,51
360 (Opción 1)	8,38	5,23	5,51	2,69
360 (Opción 2)	8,89	5,73	—	—

El costo de la leña aumenta en ambos lugares a medida que crece la explotación pero más rápidamente en Amapá que en Yucatán. La curva de costo de la madera para celulosa en ambos casos tiene forma de "U". Como el consumo de madera para celulosa y de leña de las fábricas proyecta-

¹ Esta medida de precaución obedece a que en Amapá los caminos no son pavimentados y, por lo tanto, podría haber dificultades en el abastecimiento continuo de la fábrica. Sin embargo, la madera para celulosa almacenada durante dos meses podría deteriorarse debido a las condiciones climáticas.

das dependerá del tipo de producto final (celulosa blanqueada o sin blanquear) y del grado de integración, los costos de la madera se han estimado en los diferentes proyectos por interpolación en los gráficos basados en las cifras del cuadro anterior. (Véanse los anexos 33-34 y 6-7).

Las variaciones en el consumo de madera en los diferentes tipos de fábricas modifican, como es natural, el monto de las inversiones y los costos de la madera. Sin embargo, no se ha hecho ningún ajuste que tome en cuenta las variaciones de la demanda de madera para celulosa según los diferentes procedimientos y el grado de integración, porque sería muy complejo y porque las diferencias en los consumos de madera para celulosa son muy pequeñas. En cambio, para la leña se hicieron ajustes debido a que su consumo varía considerablemente con el tipo de producto y el grado de integración. Las necesidades de vivienda, que es la inversión más fuerte aplicable a leña, se han ajustado por medio de interpolación en un gráfico que relaciona las necesidades de mano de obra con el tamaño de las explotaciones forestales. (Anexos 7 y 34.)

4. PROCEDIMIENTOS Y EQUIPO

a) *Procedimientos*

En general, el procedimiento al sulfato es el que más se usa para la producción de pastas químicas. Debido a su flexibilidad y tolerancia para utilizar madera deteriorada y corteza, puede aplicarse a las mezclas de diferentes especies de madera. (Véanse documentos ST/ECLA/CONF.3/L.3.8 y 3.10.) Las pastas al sulfato, además, suelen tener mayor resistencia que las pastas químicas producidas por otros procedimientos. Finalmente, en las fábricas modernas de pastas al sulfato al quemar las lejías residuales se recupera un alto porcentaje de los productos químicos usados y se produce una cantidad de vapor suficiente para satisfacer las necesidades de la fábrica.

Por estas razones se eligió el procedimiento al sulfato para la producción de pasta química en las fábricas hipotéticas proyectadas. En cuanto a la producción de celulosa no blanqueada, se ha adoptado el procedimiento corriente al sulfato, empleando sulfato de sodio como producto de compensación, mientras que para la celulosa blanqueada se prefirió el procedimiento azufre/soda, en cuyo caso se producirá la soda cáustica por electrólisis, y se agregará azufre a la lejía blanca. La principal razón que se ha tenido al elegir el procedimiento azufre/soda para producir celulosas blanqueadas es el flete excesivamente alto para el cloro, que crea la necesidad de producirlo en una instalación

electrolítica dentro de la fábrica. Se produce entonces soda cáustica en cantidad equivalente a la del cloro, es decir, suficiente para las necesidades industriales. Naturalmente, cuando se presentan condiciones favorables, la soda cáustica puede venderse en el mercado y emplearse sulfato de sodio como producto de compensación; esto no requeriría cambios muy importantes en el equipo de la fábrica.

La falta de tiempo y de información suficiente ha impedido hacer un estudio completo de las posibilidades de producir pastas mecánicas con mezclas de maderas tropicales. Sin embargo, se hace referencia más adelante al empleo del procedimiento a la soda cáustica fría. Los motivos que se han tenido para proceder así son los siguientes:

1) Existen fuertes razones para suponer que se presentará gran número de dificultades técnicas al emplear el procedimiento común para fabricar pasta mecánica, aun en mezclas compuestas de maderas de pocas especies.

2) Son escasas las especies latifoliadas de baja densidad que han resultado adecuadas para la producción de pastas mecánicas de resistencia aceptable.¹

3) También hay razones para suponer que se presentarán dificultades técnicas en la producción de pasta mecánica de madera de varias especies diferentes mediante el procedimiento *chemigroundwood*. Sin embargo, nuevas investigaciones pueden modificar este criterio.

4) En los ensayos preliminares con una mezcla de seis especies tropicales diferentes se han alcanzado resultados alentadores respecto a las posibilidades de producir pasta mecánica para papel de diario por el procedimiento a la soda cáustica fría.

b) Equipo

Está fuera del alcance de este estudio dar las especificaciones detalladas del equipo y de la maquinaria necesarios para las diferentes operaciones y secciones de la fábrica. Las informaciones siguientes tienen carácter sucinto y se dan principalmente para describir la organización general de la fábrica.

i) *Depósito para los troncos y departamento de preparación de la madera.* Además del equipo mecánico necesario para el manejo de los troncos, se incluye la siguiente maquinaria:

1) Equipo descortezador del tipo de fricción (descortezadores del tipo húmedo).

2) Prensas para deshidratar y recuperar la corteza.²

3) Equipo para trozar troncos de gran tamaño.

4) Astilladores o troceadoras de cuchillas múltiples, y equipo para clasificar las astillas.

Es escasa la información o la experiencia que se tiene acerca del descortezamiento de maderas tropicales mixtas. El equipo más apropiado sólo podrá seleccionarse después de experimentos cuidadosos con las maderas que se usarán en cada caso particular; sin embargo, parece probable que el equipo más adaptable sea el descortezador hidráulico.

Se dice que nuevos diseños y adelantos en los depurado-

¹ Una importante excepción es la *Cecropia*. En algunos bosques tropicales de la América Latina se encuentra esa especie formando rodales bastante homogéneos; principalmente en una segunda rotación se desfibra con facilidad. Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.11: *La fabricación de celulosa a base de cético (Cecropia) peruano*.

² A pesar de haber incluido estas prensas, no se consideró el valor de la corteza como combustible por falta de información suficiente respecto a cantidad disponible, poder calorífico, contenido mínimo de agua, etc. Véase también la sección siguiente, sobre productos químicos y combustibles.

res centrífugos (*centri-cleaners*, etc.) permiten fabricar celulosa de buena calidad (especialmente blanqueada) de maderas latifoliadas no descortezadas. Si así fuese, se obtendría un ahorro considerable en las inversiones y costos de elaboración que tal vez en la mayoría de los casos no sería anulado por un mayor consumo de productos químicos. Es evidente que la adaptabilidad de este sistema deberá estudiarse en cada caso. Entre tanto, se ha incluido en este estudio el equipo para descortezar.

ii) *Digestores y lavadores o difusores.* Los digestores son del tipo estacionario con circulación forzada de licor y calentamiento indirecto. La mejor circulación lograda mediante este sistema en comparación con las instalaciones para cocción directa es, sin duda, de gran influencia sobre la calidad de la celulosa cuando se emplean mezclas de especies.

El lavado de la pasta cruda se realizará en lavadores o difusores. Sólo se podrá elegir entre este sistema anticuado y el moderno lavado por filtración en varias etapas después de cuidadosos estudios respecto a inversión, productos químicos, mano de obra y combustible, competencia del personal, etc.

iii) *Depuradores.* Se emplearán depuradores vibratorios de alta frecuencia de diseño moderno.

iv) *Departamento de blanqueo.* Se adoptará el sistema moderno de blanqueo en cinco etapas.

v) *Instalación electrolítica.* La elección entre las celdas de mercurio y las de diafragma para la producción de soda cáustica y cloro depende en gran parte de las condiciones del mercado. Si fuese posible vender la soda cáustica, serían preferibles las celdas de mercurio, que producen un álcali de alta concentración y pureza. Por otra parte, las celdas de diafragma requieren, por lo general, menores inversiones y personal menos adiestrado. Para este estudio se ha elegido una instalación con celdas de mercurio, por su mayor versatilidad.

vi) *Departamento de secado de la pasta.* Está equipado con un prensa-pasta Kamy y un secador del tipo de ventilador (secador FLAKT).

vii) *Instalación de evaporación y recuperación de la soda.* Esta sección se compondrá de evaporadoras Swenson de efecto múltiple y de un horno fijo de diseño moderno con pulverizador para recuperar la soda.

viii) *Recalcinación de la cal.* En todos los casos se han elegido hornos rotatorios para la recalcinación de la cal, excepto en la fábrica de 50 toneladas diarias de capacidad para el proyecto Yucatán, porque en este caso se supuso que el empleo de un horno de cal del tamaño correspondiente produciría costos de inversión muy elevados por tonelada y no se podría competir con el precio de la cal, que es bajo en el mercado de Yucatán. Como puede apreciarse en el anexo 10, esta suposición resultó errónea. La instalación de un horno de cal resultaría económica también en la fábrica de menor tamaño. El problema del combustible para el horno se examina en la sección sobre "Productos químicos y combustibles".

ix) *Servicios de la fábrica.* Las instalaciones de vapor y energía están diseñadas de tal modo que la fábrica pueda ser completamente autosuficiente y emplee leña como combustible adicional.

Los talleres mecánicos incluyen fundiciones de hierro y de metales blandos.

COMPARACION DE LOS COSTOS ESTIMADOS DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS PUESTOS EN FABRICA, PARA AMAPÁ Y YUCATÁN, CON LOS PRECIOS DEL MERCADO EN LOS ESTADOS UNIDOS

(Dólares por tonelada)

	Piedra caliza	Sulfato de sodio	Sal	Azufre	Sulfato de aluminio	Caolín	Colofonia
Amapá	15,00	47,20	25,50	61,00	76,40	42,00	276,50
Yucatán	4,00	47,20	8,00	51,00	76,00	41,40	179,00
Estados Unidos	4,00	21,00	10,00	33,00	46,00	16,00	220,00

5. PRODUCTOS QUÍMICOS Y COMBUSTIBLES

a) Consumo de productos químicos

Las fábricas de celulosa no blanqueada emplearán como producto de compensación sulfato de sodio, cuyo consumo se calcula en 90 kilos por tonelada de pasta. Para la celulosa blanqueada se empleará soda cáustica y azufre, a razón de 70 kilogramos de soda y 23 de azufre; en el blanqueo se consumirán además 20 kilogramos de soda cáustica, 2 de azufre y 70 de cloro (Anexo 9). Para producir estas cantidades de soda cáustica y cloro se necesitarán 145 kilogramos de sal, calculados de acuerdo con la cantidad de álcali producido. Se tendrá un exceso de 10 kilogramos de cloro, que podrán convertirse en ácido clorhídrico. Si no existiera mercado para el ácido, se podrá ajustar la producción de la instalación electrolítica a las necesidades de cloro; en tal caso se necesitarían 18 kilogramos más de sulfato de sodio. Para los fines de este estudio, se ha elegido la primera opción, pero no se ha atribuido utilidad monetaria alguna a la producción de ácido clorhídrico.

Se ha estimado el consumo de cal para la caustificación en 260 kilogramos por tonelada de pasta no blanqueada. Para la pasta blanqueada se necesitarán otros 30 kilogramos, lo que da un consumo total de 290 kilogramos. Para las fábricas que recalcan el fango de cal, el consumo de piedra caliza de compensación es de 30 y 90 kilogramos respectivamente (Anexo 9).

El consumo de productos para encolar en las fábricas de papel depende, naturalmente, de la calidad del papel producido y puede variar en forma considerable. En este estudio se han elegido dos tipos de papel de calidad corriente que corresponden a papel para envolver no blanqueado y papel para imprenta o para escribir blanqueado. Estos productos consumirán colas y cargas de acuerdo con las cifras siguientes:

	Papel blanqueado	Papel no blanqueado
Cola (Colofonia)	20 kg/ton.	30 kg/ton.
Alumbre	30 "	45 "
Caolín	60 "	— "
Total	110 kg/ton.	75 kg/ton.

b) Costos y posibilidades de abastecimiento

i) *Amapá*. La piedra caliza y la sal son los únicos productos químicos que se podrán obtener en la región; piedra caliza en Monte Alegre (alrededor de 450 kilómetros aguas arriba del río Amazonas) y sal en la parte nororiental del país (Recife). Los otros productos químicos y los materiales para encolar deberán importarse, probablemente de los Estados Unidos, aprovechando el regreso de los barcos que llevan mineral de manganeso de Santana (Anexo 35).

ii) *Yucatán*. En la región se obtendrá piedra caliza, sal, azufre y colofonia; los demás productos químicos se importarán de los Estados Unidos (Anexo 8).

Los precios para los productos químicos importados son los vigentes en abril de 1954 y están cotizados f.o.b., puertos de los Estados Unidos. A estos precios se han agregado los gastos de flete y otros, y un 15 por ciento por derechos de importación.

En el cuadro 7 se comparan los costos estimados de los productos químicos para Amapá y Yucatán según los precios vigentes en los Estados Unidos en abril de 1954.

c) Combustible

Para que la fábrica sea autosuficiente en calor y energía necesitará combustible adicional, además del que se obtiene de las leñas residuales. También se deberá emplear ciertas cantidades de combustible para la recalcinación de la cal.

Como se ha señalado anteriormente, el proyecto de extracción de madera se ha basado en la prudente suposición de que se emplearía sólo el 50 por ciento de la madera en la elaboración de celulosa. Un pequeño porcentaje de las especies restantes corresponderá a maderas finas y comerciables y por lo tanto gran parte del bosque (probablemente un 45 por ciento) sólo tendrá valor como leña. Dentro de lo posible, las necesidades adicionales de combustible serán cubiertas con estos saldos de madera.

Desde el punto de vista técnico, el empleo de la leña para la producción de vapor (y energía) no presenta mayores inconvenientes, aunque tal vez sea necesario separar algunas especies —de alta densidad y de alto contenido de sílice— que son difíciles de trozar o de quemar.

El empleo de la leña en vez de petróleo en los hornos de recalcinación no sólo acarrearía inconvenientes técnicos, sino también mayor inversión, mano de obra, gastos de reparación, etc. y rendimiento más bajo. Se ha preferido, por lo tanto, emplear petróleo como combustible (Anexos 10 y 36).

El anexo 11 contiene cálculos detallados sobre las necesidades de combustible para los diferentes proyectos, que se resumen a continuación. (Cuadro 8).

De este cuadro se desprende que el consumo de leña es mucho menor que el de madera para celulosa. Expresado como por ciento del consumo de madera, equivale a 10 por ciento para celulosa no blanqueada, a cerca de 33 por ciento para celulosa blanqueada y a 40 y 60 por ciento para papeles no blanqueados y blanqueados respectivamente. En vista de que la corteza (que representa alrededor de un 10 por ciento de la madera para celulosa) podría ser deshidratada y quemada, sería posible reducir el consumo de leña en un 5 a 10 por ciento; de este modo, una fábrica que produce celulosa no blanqueada podría ser completamente autosuficiente en lo que respecta a combustible, excepción hecha del petróleo necesario para la recalcinación de la cal.

Cuadro 8

CONSUMO DE COMBUSTIBLE ADICIONAL^a
(Miles de toneladas por año)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día							
	50		100		200		300	
	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.
Fábricas de celulosa								
Petróleo, o	0,78 ^b	0,87 ^b	1,56	1,74	3,12	3,48	4,68	5,22
Leña	5,25	20,0	10,5	39,9	21,0	79,8	31,5	119,7
Por ciento sobre la madera para celulosa	10	35	10	33	10	33	10	33
Fábricas integradas								
Petróleo, o	0,83	0,92	1,65	1,85	3,30	3,69	4,95	5,54
Leña	22,5	39,0	45,0	78,0	90,0	156,0	135,0	234,0
Por ciento sobre la madera para celulosa	40	63	40	63	40	63	40	63
Fábricas no integradas								
Petróleo	5,55	5,78	11,1	11,6	22,2	23,1	33,3	34,7

^a Para facilitar la comparación, se indica también el consumo de leña como porcentaje del consumo de madera para celulosa.

^b Se refiere únicamente a Amapá, puesto que en el caso de Yucatán no se ha considerado la recalcinación.

De ello se desprende que si se emplea para celulosa solamente la mitad de la madera del bosque, quedará en el terreno, después de la primera corta, una considerable cantidad de madera que se pudrirá. La situación será en cambio muy diferente cuando la fábrica empiece a aprovechar la madera de la segunda rotación, porque entonces es probable que se obtenga un porcentaje mucho mayor de especies para la fabricación de celulosa.

d) Energía

La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de la fábrica se producirá con vapor; una cantidad correspondiente al consumo de vapor de baja presión de la fábrica procederá de turbinas de extracción y el resto de turbinas de condensación (Anexo 11). La electricidad necesaria para la población se producirá en una planta diesel, que permite un máximo de flexibilidad.

6. ADMINISTRACIÓN, SUPERVISIÓN Y OBREROS

Las necesidades de personal administrativo y de super-

visión para una fábrica de celulosa y papel en una región poco desarrollada no son muy diferentes a los de una fábrica situada en un país tradicionalmente productor. Sin embargo, el personal técnico deberá tener gran preparación, tanto porque la mano de obra local tendrá que ser adiestrada como porque, aun adiestrada, es poco probable que alcance la eficiencia que en los países de mayor experiencia industrial. La necesidad de personal técnico altamente calificado se hará sentir especialmente en el período de iniciación de la fábrica, pues se trabajará entonces con materiales poco conocidos. Ciertos problemas que podrían presentarse en las fábricas instaladas en regiones poco desarrolladas habría que resolverlos en el lugar mismo si se desea evitar costosas paralizaciones; en cambio, en las regiones más industrializadas, estos problemas pueden ser resueltos rápidamente por medio de consultas con otros expertos. Estas razones hacen necesario que en las regiones poco desarrolladas se cuente con la colaboración de técnicos extranjeros hasta que el personal supervisor y los obreros adquieran experiencia. Tanto en el caso de Amapá como de Yucatán se ha presupuestado igual cantidad de personal administrativo y de supervisión a la que requieren las fá-

Cuadro 9

COMPARACION DE LAS NECESIDADES DE MANO DE OBRA PARA EL FUNCIONAMIENTO Y SERVICIO DE LA FABRICA
(Número de personas)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día							
	50		100		200		300	
	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.
Fábricas de celulosa:								
Amapá	159	189	203	238	275	321	345	405
Yucatán	121	148	148	178	187	228	240	291
Suecia	95	117	116	144	147	182	194	233
Fábricas integradas:								
Amapá	236	271	334	374	—	—	—	—
Yucatán	195	220	279	309	—	—	—	—
Suecia	164	186	233	276	—	—	—	—
Fábricas de papel no integradas:								
Amapá	133	—	203	—	—	—	—	—
Yucatán	133	—	203	—	—	—	—	—
Suecia	111	—	176	—	—	—	—	—

Cuadro 10

PERSONAL TOTAL DE LAS FABRICAS DE AMAPÁ Y YUCATÁN
(Número de personas)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día							
	50		100		200		300	
	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.
Fábricas de celulosa:								
Amapá	470	550	785	880	1,400	1,570	2,040	2,275
Yucatán	600	700	1,100	1,200	2,030	2,250	2,960	3,280
Fábricas integradas:								
Amapá	570	650	945	1,050	—	—	—	—
Yucatán	710	810	1,290	1,460	—	—	—	—

bricas de los países escandinavos, y los salarios de los empleados más altos se han puesto al mismo nivel que los europeos (Anexos 12 y 37-38).

Aunque es probable que la productividad de la mano de obra tanto en Yucatán como en Amapá sea mayor que en otras regiones poco desarrolladas del mundo, con toda seguridad será inferior a la de los países escandinavos; en parte por razones climáticas. Con este criterio se hace figurar un número mayor de operarios en las fábricas proyectadas para Amapá y Yucatán que el considerado en el proyecto sueco. Para Amapá se ha dejado un margen especial por la necesidad de manipular y trozar grandes troncos. Las necesidades de mano de obra para las fábricas en los tres proyectos se resumen en los cuadros siguientes. (Véanse también los anexos 13-15 y 39-41.)

En el cuadro 10 se da el número *total* de empleados, incluyendo el personal administrativo y de supervisión, los obreros de la fábrica y del bosque y el personal necesario para los servicios de la comunidad. (Véanse también los anexos 20 y 47.)

Una comparación entre dichos cuadros hace ver que la fábrica absorbe sólo una pequeña parte del personal; los trabajadores forestales constituyen la gran mayoría.

El hecho de que la fábrica de Amapá necesite menor número de empleados se explica por el mayor grado de mecanización de las operaciones forestales.

7. TRANSPORTE

Grandes cantidades de diferentes materiales deben ser transportadas hasta y desde las fábricas de papel y celulosa. En el cuadro 11 se indican las cantidades que deberán

Cuadro 11

TONELADAS DE MATERIALES QUE DEBERÁN TRANSPORTARSE ANUALMENTE HASTA Y DESDE LAS FABRICAS INTEGRADAS DE PAPEL BLANQUEADO

(Cifras redondeadas)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día			
	50	100	200	300
Petróleo	900	1,900	3,700	5,500
Productos químicos	5,800	11,600	23,100	34,700
Productos terminados	15,000	30,000	60,000	90,000
Sub-total	21,700	43,500	86,800	130,000
Madera para celulosa y leña	103,000	205,500	411,000	616,500
Total	124,700	249,000	497,800	746,700

movilizarse en las fábricas integradas de Amapá y Yucatán para la producción de papel blanqueado.

Estas cifras revelan la magnitud del problema que presenta el transporte. Como puede observarse, la cantidad total de materiales que deben transportarse supera en más de ocho veces la cantidad de productos terminados.

El transporte de madera para celulosa y leña (que representa más del 80 por ciento del total) ha sido tratado en la Sección 3 y aquí sólo se examinará el problema del transporte de productos químicos, petróleo y productos terminados, que es de importancia. En una fábrica integrada de 60 mil toneladas, por ejemplo, la cantidad de materiales que deben ser despachados o recibidos alcanza alrededor de 300 toneladas diarias, lo que corresponde a unos 10 a 20 carros de ferrocarril de tamaño mediano. "Además, si se toma en cuenta que será muy difícil realizar diariamente el transporte de toneladas iguales, el sistema de transporte debe organizarse de tal modo que sea capaz de hacer frente a los movimientos de carga de mayor intensidad, cuya magnitud puede ser considerablemente mayor que la cifra diaria mencionada anteriormente."¹

Por consiguiente, debe comprenderse que, especialmente en el caso de las fábricas de mayor tamaño, se deberá contar con una buena organización del transporte interno y externo. El sistema de transporte interno, que forma parte integral del planeamiento y diseño de la fábrica, no será abordado aquí. Baste decir que en los proyectos de Amapá y Yucatán se han incluido líneas de ferrocarril dentro del ámbito de la fábrica.

En el caso de Amapá, todos los transportes externos se realizarán por el ferrocarril que une al puerto de Santana con Serra do Navio. Como ya se ha dicho, esta línea pasará cerca del lugar elegido para la fábrica en Porto Platon. Como en Santana se construirá un puerto moderno, bastará tender una corta línea de ferrocarril para unir la fábrica con la línea principal.

La situación es diferente en Yucatán, puesto que los medios de transporte externos de la fábrica deberán construirse especialmente. Se incluye en ellos la construcción de una línea de ferrocarril entre Colonia y el pequeño puerto de El Cuyo² y la habilitación del puerto para permitir el movimiento de barcos con capacidad máxima de mil toneladas.³

¹ *Recursos mundiales en pulpa de madera y papel y perspectivas para el futuro*, publicación de las Naciones Unidas y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Nueva York, 1954.

² El *decaville* existente no será capaz de hacer frente al transporte en el caso de las fábricas mayores.

³ Se ha supuesto que las fábricas producirán sólo para el mercado mexicano y en tal caso, gran parte de los productos se despacharán a Veracruz.

8. CAPITAL NECESARIO

En los anexos 24, 25, 51 y 52 se da a conocer el monto de capital total que se estima necesario para fábricas de diferentes tamaños y se analizan las inversiones para las diversas secciones (véanse también los anexos 22, 23, 49 y 50). Asimismo en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03¹ se comparan y se revisan esas cifras.

Se presenta en esta sección una breve explicación de los métodos de cálculo seguidos para presupuestar las necesidades de capital. En provecho del lector, se resumen a continuación las necesidades totales de capital para los diferentes proyectos.

A modo de ejemplo, se discuten más adelante las necesidades de capital de una fábrica al sulfato no integrada de 60 mil toneladas (200 toneladas diarias) de productos blanqueados, con referencia al cuadro siguiente:

Cuadro 12

CAPITAL NECESARIO PARA FABRICAS AL SULFATO NO INTEGRADAS DE 60,000 TONELADAS ANUALES DE CELULOSA BLANQUEADA

	Suecia	Yucatán	Amapá
1. Maquinaria, flete, administración durante la construcción, etc.	7.916	9.365	9.522
2. Equipo forestal	—	1.073	1.508
3. Gastos de ingeniería, etc.	440	600	715
Total	8.356	11.038	11.745
4. Excavación, instalación de la maquinaria, edificios, tanques de depósito, etc.	3.378	1.900	4.309
5. Líneas de ferrocarril, puerto, etc.	579	1.545	799
6. Trabajo forestal preparatorio y caminos principales	—	1.524	371
7. Proyecto de vivienda, para la fábrica	483	340	911
8. Proyecto de vivienda, departamento forestal	—	1.693	2.451
9. Imprevistos	164	480	426
10. Inversiones en la población	—	1.470	1.610
Total	4.604	8.952	10.877
Costos de inversión durante la construcción:			
11. Moneda extranjera	—	1.325	1.409
12. Moneda nacional	972	1.075	1.367
13. Capital de trabajo — Fábrica	1.900	1.700	2.360
14. Capital de trabajo — Depto. forestal	—	130	412
Total	2.872	4.230	5.488
15. Total general	15.832	24.220	28.110
16. Cantidad de divisas requerida	—	12.363	13.154
17. Porcentaje de divisas sobre el capital total	—	50,1	46,8

El cuadro 12 permite conocer tanto los métodos que se siguieron para realizar las estimaciones, como las diferencias que por factores regionales se producen en las necesidades de capital.

En todos los casos se han empleado las mismas bases generales de cálculo para establecer el capital requerido (se ha supuesto, por ejemplo, que la maquinaria provendría toda de un mismo fabricante). Las diferencias principales entre

¹ Tamaño, integración y ubicación de la fábrica; un estudio de las inversiones y costos de producción en fábricas hipotéticas de papel y celulosa, Documento de la Secretaría.

los proyectos relativos a Suecia y los de Amapá/Yucatán que provienen de factores regionales, son las siguientes:

a) En el caso de Suecia no se han previsto inversiones para la explotación forestal, puesto que los bosques están ya en explotación y, por lo menos en parte, sus necesidades de madera para celulosa pueden cubrir las empresas madereras de la zona (véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03).

b) En el proyecto sueco, la cantidad de energía eléctrica necesaria se producirá por turbinas de extracción en la cantidad correspondiente al vapor de baja presión requerido; la energía adicional se comprará. En cambio, el diseño de las fábricas de Amapá y Yucatán se ha hecho con vistas a una autosuficiencia completa en este aspecto.

En el cuadro 12 se agrupan las partidas de modo que se conozca la cantidad de moneda extranjera (ítem 1, 2, 3 y 11) que se requiere invertir para instalar las fábricas de Amapá y Yucatán.²

El análisis detallado de las diversas partidas se puede encontrar en los anexos; las siguientes son sólo notas resumidas.

Item 1. Incluye tanto la maquinaria para la producción y para los diversos servicios como una estimación de los fletes marítimos para Amapá y Yucatán y de los gastos de administración durante el período de construcción.³

Item 2. Véanse los anexos ya citados.

Item 3. Los honorarios de los ingenieros se han calculado como porcentaje de la inversión en la fábrica (ítem 1, 3, 4, 5, 7 y 9), a razón de 3,5 por ciento en el proyecto sueco, 4,5 para Amapá y 5 para Yucatán. La cifra más alta, que corresponde a Yucatán, proviene de las dificultades que se presentarán en la eliminación de los desechos y la construcción del ferrocarril y del puerto.

Item 4. Los costos de edificación se han estimado para Yucatán en 8 dólares por metro cúbico de volumen edificado y para Amapá en 18. Los volúmenes se han tomado del documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.1.

Item 5. Véanse los anexos.

Item 6. Véanse los anexos 1 y 28.

Item 7 y 8. Se ha considerado necesaria la construcción de viviendas adecuadas para todo el personal, inclusive los operarios forestales. Para mayores detalles sobre los costos unitarios, etc. Véanse los anexos 4, 18, 19, 31, 45 y 46.

Item 9. Los recursos presupuestados para gastos eventuales sólo alcanzarían para maquinaria adicional que no se hubiera previsto. Las cifras de capital necesario no sirven, por lo tanto, como base de un estudio financiero del proyecto si no se añade un cierto margen de seguridad para compensar las alzas de costo de la maquinaria, etc., que puedan presentarse entre el período de negociación y la puesta en marcha de la fábrica. (En las estimaciones de costo, que se verán más adelante, se han considerado partidas que cubrirían un posible aumento en los costos de inversión).

Item 10. Las inversiones en la población incluyen la construcción de escuelas, hospital, parques, lugares de recreo, etc., para todo el personal. El número total de habitantes

² Estrictamente hablando, los rubros 11 y 12 corresponden a inversión y, por lo tanto, deben cargarse proporcionalmente a las demás inversiones.

³ Se ha supuesto que una firma extranjera administrará la construcción de las fábricas de Amapá y Yucatán.

Cuadro 13

CAPITAL TOTAL NECESARIO

(Miles de dólares)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día							
	50		100		200		300	
	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.
Fábricas de celulosa:								
Suecia	7.130	8.705	9.475	11.540	13.280	15.830	17.925	21.015
Yucatán	10.190	12.160	14.245	16.725	20.905	24.220	28.600	32.855
Amapá	11.820	14.330	16.220	19.320	23.880	28.110	32.150	38.610
Fábricas integradas:								
Suecia	10.315	12.015	14.720	16.640	23.500	26.000	32.500	35.500
Yucatán	13.915	15.845	20.135	22.700	32.500	36.500	45.000	50.000
Amapá	15.505	17.890	22.250	25.470	36.000	41.000	49.500	56.000
Fábricas de papel no integradas:								
Suecia	6.275	6.395	9.010	9.210	14.500	15.000	20.000	20.500
Yucatán	7.685	7.795	10.565	10.725	16.500	16.500	22.000	22.500
Amapá	8.775	8.940	12.380	12.630	19.500	20.000	27.000	27.500

calculado supone que uno de cada cinco habitantes trabajaría en la fábrica o en las operaciones forestales (Anexos 20 y 47).

Item 11 y 12. En sentido estricto, estas partidas representan costos de inversión capitalizados y comprenden los intereses del capital requerido durante el periodo de construcción. Se han presupuestado suponiendo que las necesidades de capital se originan paulatinamente durante los primeros tres años. En el proyecto sueco se ha supuesto una tasa de interés del 5 por ciento y en los de Amapá y Yucatán del 8 por ciento.

Item 13. En los proyectos de Amapá y Yucatán se ha estimado que el capital de trabajo para la fábrica correspondería al valor de cuatro meses de producción (Anexos 24-27 y 51-54).

Item 14. El capital de trabajo para la explotación forestal se estima en un valor correspondiente a un mes de producción en el caso de Yucatán y a dos meses en el de Amapá (Anexos 1 y 28).

En el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03 se discute la influencia de los factores de ubicación sobre las inversiones. A continuación se presenta un breve resumen de algunas de las principales conclusiones, con referencia al Cuadro 10.

El costo de la maquinaria para la producción, etc. (ítem 1) es casi el mismo en los tres proyectos. Las principales diferencias derivan de los costos de transporte, más altos en las fábricas de Amapá y Yucatán, y de las mayores inversiones en las instalaciones de vapor y energía. En cambio, la inversión para la fábrica misma (ítem 1, 3, 4 y 9)¹ registra mayores diferencias, las cuales provienen de los costos de construcción: Yucatán 12,35 millones de dólares; Suecia 12,96 y Amapá 14,97.

La inversión en operaciones forestales (ítem 2, 6 y 8) constituye una partida considerable dentro del capital total; por las razones ya señaladas, esa inversión no aparece en el proyecto sueco. Para las fábricas integradas de 60 mil toneladas de Amapá y Yucatán esta partida representa de un 16 a un 18 por ciento respecto de la inversión total.

¹ Se incluye el trazo en el terreno, los edificios y la instalación de las máquinas, pero se excluyen las viviendas, los ferrocarriles y el puerto.

Las inversiones requeridas para medios de transporte en Yucatán y Amapá no reflejan las condiciones generales que podrían esperarse en regiones poco desarrolladas por ser particularmente favorables los lugares elegidos. Como se explica en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03, estas inversiones son a menudo tan elevadas que no permitirían la instalación de ninguna fábrica de papel y celulosa en pequeña escala.

Las inversiones en la población son menos importantes de lo que se sostiene generalmente; en el caso de una fábrica no integrada de 60 mil toneladas representan solamente alrededor de un 6 por ciento del capital total.

Los costos de inversión durante el periodo de construcción son sorprendentemente altos en relación con la inversión total: alrededor del 6 por ciento en Suecia y el 11 por ciento en Amapá y Yucatán. Posiblemente han sido sobrestimados, pues las necesidades de capital crecerán a un ritmo mucho mayor al final de ese periodo.

El cuadro 13 es un resumen del capital requerido para todos los proyectos de fábrica. Las cifras correspondientes a las fábricas de papel integradas y no integradas se han calculado a base de la proporción establecida en el documento recién citado, entre las inversiones y la capacidad de la fábrica.

Las cifras anteriores revelan claramente cuán grande resulta la inversión total requerida para instalar una fábrica en una región poco desarrollada. Así, una fábrica no integrada de 60 mil toneladas de celulosa blanqueada que se instale en la región de Amapá, requeriría una inversión total de capital de alrededor de 28 millones de dólares, o sea 140 mil dólares por tonelada diaria de capacidad; las cifras correspondientes para Yucatán y Suecia son aproximadamente 120 y 80 mil dólares por tonelada diaria, respectivamente. Debe insistirse en este aspecto sobre todo porque con demasiada frecuencia se mencionan en estudios y en la prensa cifras de inversión por tonelada diaria que se refieren únicamente a la inversión en la fábrica. El cuadro 12 indica que, en el caso de Amapá, la inversión en la fábrica sólo representa la mitad del capital total necesario.

Finalmente, la diferencia entre la inversión que se necesita para establecer una sección para papel en una fábrica integrada es muy pequeña si se compara un país poco desarrollado con un país industrializado (como puede observarse en las cifras para las fábricas de celulosa e integradas

del cuadro 13); esto significa —como lo señala el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03— que existen razones más poderosas para instalar una fábrica integrada en las regiones no desarrolladas que en las industrializadas.

9. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Se han hecho estimaciones de los costos de producción para los tres estudios hipotéticos en Suecia, Yucatán y Amapá. (Véase los anexos 57 - 68).

En esta sección se incluyen:

- a) Algunas explicaciones de orden general referentes a todos los cálculos de costos.
- b) Observaciones específicas sobre algunas partidas de los costos, no consideradas previamente.
- c) Una breve comparación de los costos de producción correspondientes a los diferentes proyectos y tamaños de fábricas.

a) Explicaciones generales

Se han hecho estimaciones de costo de celulosa *secada al aire*, (blanqueada y sin blanquear) para cuatro capacidades diferentes de fábricas: 15, 30 60 y 90 mil toneladas por año. Los costos de producción para papel blanqueado y no blanqueado en fábricas integradas y los costos de conversión en papel se han calculado solamente para los dos tamaños más pequeños. Sin embargo, ha sido posible extender las estimaciones a los tamaños mayores sin otros cálculos que los que implica la aplicación de la relación directa establecida en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03 entre los costos anuales (o diarios) de producción y el tamaño de la fábrica.

En todas las estimaciones se toman en cuenta 300 días de trabajo por año. Sin embargo, en la práctica hay variaciones entre un país y otro. En los Estados Unidos y Canadá, por ejemplo, las fábricas funcionan por lo general durante todo el año, con interrupciones de pocos días para los trabajos más importantes de reparación. En Suecia, la práctica corriente es trabajar sólo durante 285 días, es decir, con interrupciones en los domingos, feriados y vacaciones anuales. Como el costo de inversión es uno de los componentes más importantes del costo total de producción y puede reducirse considerablemente con el uso más racional de la maquinaria e instalaciones, desde hace algunos años se tiende a adoptar el sistema norteamericano, que significa un aumento en la mano de obra y un desgaste mayor de la maquinaria y el equipo.¹ Sólo un estudio cuidadoso de todos los factores podrá determinar si el funcionamiento durante todo el año u otro período más corto es más ventajoso para las fábricas en Amapá y Yucatán. En favor del sistema de trabajo de 300 días al año, adoptado para Amapá y Yucatán, se encuentran las condiciones climáticas y la menor habilidad de trabajo de los obreros pues el funcionamiento continuo acarrearía interrupciones por el mayor desgaste de la maquinaria. Con el fin de hacer posible la comparación se ha tomado también para la fábrica de Suecia el sistema de trabajo de 300 días.

Todas las estimaciones incluyen una partida para imprevistos (margen de seguridad) calculada como el 5 por ciento del costo total, excluyendo imprevistos.

¹ Sobre este último punto, las opiniones difirieron considerablemente durante la reunión; la mayoría sostuvo que el trabajo continuo significa menor desgaste de la maquinaria.

b) Observaciones sobre algunas partidas de los costos

Para el proyecto de Suecia se han tomado del documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.1 las cifras correspondientes a costos y al consumo de madera para celulosa (en estéreos). Son cifras típicas de una fábrica situada en la región central del país. En los casos de Amapá y Yucatán, se ha estimado el consumo sobre la base de que la madera para celulosa contiene 40 por ciento de humedad sobre el peso total y 10 por ciento de corteza sobre la madera seca. Los costos de la madera para celulosa (y leña) se han tomado de los anexos 5 - 7 y 32 - 34.

Las cifras de consumo y costo unitario de los productos químicos que se emplearon en el proyecto sueco son las mismas del documento recién citado; en los casos de Amapá y Yucatán se han tomado de los anexos 3 - 9 y 35 - 36. La partida "materiales varios" (que comprende filtros, telas de alambre, etc. y aceite lubricante) se ha tomado para el proyecto sueco del documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.1; para Amapá y Yucatán corresponde a estimaciones de la Secretaría.

Los gastos de funcionamiento de la fábrica sueca se han tomado del documento recién citado. Para mayores detalles sobre cantidades y costos unitarios en los proyectos de Amapá y Yucatán, véanse los anexos correspondientes. En cuanto al de Yucatán, se ha presupuestado 50 por ciento más sobre los costos de mano de obra teniendo en cuenta los bajos salarios que se pagan actualmente en esa región.

Administración de la fábrica y supervisión: véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.02 y los anexos de este informe.

En el proyecto sueco se ha incluido el seguro en los gastos generales; para Amapá y Yucatán se ha calculado por este concepto el 1 por ciento anual sobre el valor de la maquinaria, edificios y repuestos.

La depreciación se ha calculado en la siguiente forma:

	Suecia	Amapá/Yucatán
Maquinaria, gastos de ingeniería e imprevistos	15 años	10 años
Edificios, tanques de almacenamiento, etc.	25 "	20 "
Puerto, ferrocarril, etc.	40 "	30 "

Se han aplicado distintas tasas de depreciación para el proyecto sueco y para los de Amapá y Yucatán por las diferencias que existen en las condiciones climáticas, habilidad de trabajo, etc.

Se calculó una tasa de interés del 5 por ciento sobre el capital fijo para el proyecto sueco y del 8 por ciento para Amapá y Yucatán.² Debe observarse que el interés sobre el capital necesario para las explotaciones forestales se ha cargado tanto al costo de la madera para celulosa como a la leña.

Los costos de inversión durante el período de construcción (tratado en la sección anterior) se han amortizado en un plazo de 10 años, y se han calculado en 5 y 8 por ciento, respectivamente, sobre la mitad del capital *total* durante 3 años.³

Se ha calculado un interés sobre el capital de trabajo de 6 y 8 por ciento, respectivamente, para los proyectos de Suecia y los de Amapá/Yucatán.

² Se supone que este capital se amortizará en un período determinado y, en consecuencia, se ha calculado el interés sobre la mitad del capital. Esto no es estrictamente exacto porque significa calcular un interés simple en lugar del compuesto, pero por lo general se acepta esa tasa para estimaciones de esta clase.

COSTO DE PRODUCCION DE CELULOSA Y PAPEL EN LOS TRES PROYECTOS HIPOTETICOS
(Dólares por tonelada de producto seco al aire)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día									
	50		100		200		300			
	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.
Celulosa:										
Suecia	124,00	147,30	99,60	119,10	86,70	102,80	83,60	98,60		
Yucatán	122,10	144,10	90,50	105,70	72,60	84,10	68,20	78,70		
Amapá	160,50	193,10	120,10	144,90	97,70	117,80	92,70	111,90		
Papel:										
Suecia	170,70	195,20	140,60	161,00	125,60	143,90	120,50	138,20		
Yucatán	175,30	197,20	134,30	150,00	113,80	127,15	107,00	119,40		
Amapá	231,90	265,80	181,40	207,10	156,20	177,80	147,70	168,00		

Gastos de la población: véanse los anexos.

La importancia relativa de las diversas partidas en el costo total de producción se ha tratado en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03. A este respecto sólo debe señalarse que las más importantes en los casos de Amapá y Yucatán son los costos de inversión, los cuales para una fábrica de celulosa blanqueada de 200 toneladas diarias alcanzan a 40 o 50 por ciento del total, más un 10 por ciento adicional incluido en el costo de la madera para celulosa. En las fábricas más pequeñas esta cifra es mayor aún y algo inferior en las más grandes.

c) Comparación de los costos de producción

En el cuadro 14 se indican los costos de producción estimados por tonelada de celulosa y papel. Se toman de los anexos de este estudio, excepto para las fábricas integradas de 200 y 300 toneladas, cuyos costos se han calculado basándose en las funciones hiperbólicas de costo (véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03).

Este cuadro muestra que los costos de producción son más bajos en Yucatán que en Suecia y que en Amapá son considerablemente más altos, sobre todo en cuanto a las fábricas de menor capacidad. También puede apreciarse que la influencia del tamaño de la fábrica sobre los costos de producción es mucho más pronunciada en el caso de las fábricas de Amapá y Yucatán que en las de Suecia; en consecuencia, existen mayores incentivos para instalar fá-

bricas de mayor tamaño en Amapá y Yucatán que en Suecia (véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03).

Como los costos de producción en la fábrica no determinan por sí solos la viabilidad del proyecto, no se estudian aquí bajo ese aspecto. De ello se tratará en la sección 10, donde se evalúan los proyectos en forma general.

Antes de proceder a esta evaluación, es conveniente formular algunas observaciones sobre el problema de integración. El cuadro 15 indica los costos de conversión en papel no blanqueado tanto en fábricas integradas como no integradas.

Como era de esperarse, el cuadro 15 muestra que los costos en las fábricas no integradas son considerablemente más altos que en las integradas; así aparece más claramente aún en el cuadro 16, que indica la diferencia como porcentaje del costo en fábricas integradas.

Cuadro 16

PORCIENTO DEL COSTO DE INVERSION POR TONELADA DE PAPEL NO BLANQUEADO EN FABRICAS NO INTEGRADAS QUE EXCEDE AL DE LAS FABRICAS INTEGRADAS

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día			
	50	100	200	300
Yucatán	56	40	28	27
Amapá	73	58	40	39
Suecia	69	53	37	38

Cuadro 15

COSTOS DE CONVERSION EN PAPEL EN FABRICAS INTEGRADAS Y NO INTEGRADAS
(Dólares por tonelada de papel no blanqueado)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día			
	50	100	200	300
Suecia:				
Fábricas integradas	46,70	41,00	38,90	36,90
Fábricas no integradas	72,80	57,30	49,60	47,00
Yucatán:				
Fábricas integradas	53,20	43,80	41,20	38,80
Fábricas no integradas	92,00	69,20	57,80	54,00
Amapá:				
Fábricas integradas	76,40	61,30	58,50	55,00
Fábricas no integradas	120,90	93,80	80,25	75,70

La diferencia es mucho menos pronunciada en Suecia que en Amapá y en Yucatán; es decir, que en términos generales el incentivo en favor de la integración es mucho mayor en las regiones poco desarrolladas que en los países industrializados.

Más aún, el costo de conversión aumenta rápidamente al disminuir la capacidad de la fábrica, aspecto que se puede apreciar más claramente en el cuadro 17, que da los porcentajes de aumento de costo a medida que el tamaño de la fábrica disminuye.

De este cuadro se desprende otro punto de gran interés; a medida que disminuye el tamaño, el costo aumenta mucho más rápidamente en las fábricas no integradas que en las integradas. Esto confirma lo que se dice en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03 acerca de la posibilidad de establecer fábricas de papel pequeñas en combinación con fábricas de celulosa de mayor magnitud dentro de una operación integrada.

Cuadro 17

PORCIENTO DE AUMENTO EN EL COSTO DE CONVERSION DE PAPEL A MEDIDA QUE DISMINUYE EL TAMAÑO DE LA FABRICA

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día			
	300	200	200	50
Suecia:				
Fábricas integradas	—	5	11	27
Fábricas no integradas	—	6	22	55
Yucatán:				
Fábricas integradas	—	6	13	37
Fábricas no integradas	—	7	28	70
Amapá:				
Fábricas integradas	—	6	11	30
Fábricas no integradas	—	6	24	60

10. EVALUACIÓN DEL TRABAJO

a) Base de comparación

Después de haber establecido los costos de producción, es posible ahora presentar una evaluación provisional de los dos proyectos que aprovecharán maderas tropicales mixtas. Debe subrayarse que esta apreciación es provisional, pues los cálculos se basan en diversos supuestos que podrían ser rectificadas después de un examen más detenido. No obstante, se presenta como base de discusión porque permitirá llegar a algunas conclusiones generales respecto a las posibilidades económicas de fabricar celulosa en América Latina con mezclas de maderas tropicales.

Antes de evaluar las posibilidades económicas de los proyectos se hará una breve reseña de los usos posibles de la celulosa.

Puede afirmarse con toda seguridad que ahora es posible fabricar una gran variedad de productos de papel con celulosa al sulfato proveniente de mezclas de maderas tropicales; algunos tipos tendrán 100 por ciento de esa celulosa y otros se harán con mezclas de diversos porcentajes de celulosa de coníferas para obtener la resistencia necesaria.

La celulosa no blanqueada puede usarse hasta en un 100 por ciento en papeles de envolver de mediana resistencia, los cuales podrán encontrar un buen mercado en la mayoría de los países latinoamericanos. Las mezclas con pequeñas cantidades de celulosa de coníferas pueden proporcionar calidades de papel cuyas resistencias se aproximen a las que se exigen en los papeles de envolver de alta calidad. Para la fabricación de papeles para escribir o de imprimir puede usarse un alto porcentaje de celulosa blanqueada (hasta 100 por ciento). También pueden producirse, exclusivamente con maderas tropicales, celulosas para rayón¹ que no se consideran en el presente estudio.

En relación con la adaptabilidad de las especies madereras de Yucatán, el Forest Products Laboratory, de Madison, ha realizado pruebas especiales² a solicitud de la Maderera del Trópico, S. A. Por otra parte, las Industrias Klabin do Paraná de Celulose, S. A., de Monte Alegre, Brasil, han realizado pruebas similares con 21 especies diferentes de Amapá y los resultados son halagadores.³

¹ FAO, *Forestry and Forest Products study No. 6*, abril de 1953.

² No presentadas a la Junta; los resultados de estas investigaciones confirman algunos de los puntos principales mencionados arriba.

³ Véase documento ST/ECLA/CONF.3L.3.10: *Resultados prelimina-*

Finalmente, debe señalarse que se han hecho ensayos de fabricación de pasta mecánica con especies seleccionadas de Yucatán mediante el procedimiento a la soda cáustica fría. Estos ensayos⁴ señalan la posibilidad de fabricar papel de diario con algunas especies mixtas, sobre todo con aquellas que predominan en el segundo desarrollo del bosque.

Los diferentes documentos presentados a la Junta indican que, siempre que pueda producirse celulosa con mezclas de maderas tropicales a un costo razonable, este producto y el papel que de él se fabrique encontrarán mercado.

b) Bases para la evaluación económica de los proyectos

Los factores que en última instancia determinan la realización económica de un proyecto son los costos de producción y el precio que el producto tenga en el mercado. Mientras el costo de producción puede determinarse con un cierto grado de exactitud, el precio eventual del mercado es a menudo muy difícil de predecir, sobre todo para la celulosa y el papel, cuyos precios han experimentado grandes fluctuaciones en la última década. El problema se complica más aún por el largo plazo (tres años o más) que exige la instalación de una fábrica de papel y celulosa. En efecto, cuando la fábrica empieza a producir, los precios en el mercado pueden ser muy diferentes de aquéllos que sirvieron de base para establecer las perspectivas económicas del proyecto.

Como se dijo anteriormente se ha considerado prudente usar como elemento de comparación el costo de producción de una fábrica recién instalada en una región tradicionalmente productora de celulosa, como podría ser Escandinavia. A estos costos se han agregado los gastos de venta, una utilidad razonable,⁵ los fletes y un derecho de importación de 15 por ciento sobre el valor c.i.f. Como la celulosa de coníferas es de mejor calidad y más versátil, se consideró necesario hacer un ajuste en razón de la calidad; se hizo, pues, una deducción del 10 por ciento para establecer un precio que atrajera compradores. De esta manera, se llegó a lo que puede denominarse "valor nominal en el mercado".

Sin embargo, queda aún por determinar cuál es el tamaño que debe elegirse como base de comparación en los proyectos suecos. El tamaño medio de fábrica en los países escandinavos es hoy día probablemente de unas 100 a 150 toneladas por día. No obstante, en los últimos años se ha manifestado la tendencia a establecer unidades más grandes, tanto en la construcción de fábricas nuevas como en la ampliación de las existentes. Se decidió, por lo tanto, elegir una fábrica de 60 mil toneladas como base para establecer el "valor nominal en el mercado".

El cuadro 18 indica el "valor nominal en el mercado" que se ha usado como base de comparación con el "valor bruto de venta" de celulosa y papel de las fábricas de Yucatán y Amapá. Como puede observarse, esos precios están de acuerdo con los vigentes en el mercado.

A fin de establecer el valor bruto de venta para las fábricas de Yucatán y Amapá, se siguió un procedimiento similar al empleado en el proyecto sueco. Al valor neto de

res de la investigación de las características papeleras de especies tropicales y subtropicales brasileñas.

⁴ Realizados por el Forest Products Laboratory, documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.13: *El empleo en la fabricación de papel de diario, de pasta blanqueada a la soda cáustica fría, derivada de ciertas mezclas de especies latifoliadas latinoamericanas.*

⁵ Calculada en el 10 por ciento de la "inversión en la fábrica"; es decir, el capital total necesario menos el capital de trabajo, la inversión en las operaciones forestales y la capitalización del costo de inversión incurrido durante la instalación de la fábrica.

"VALOR NOMINAL EN EL MERCADO"

USADO COMO BASE PARA LA COMPARACION CON EL "VALOR BRUTO DE VENTA" DE CELULOSA Y PAPEL DE LAS FABRICAS DE YUCATAN Y AMAPA

(Dólares por tonelada)

	Celulosa		Papel	
	No bl.	bl.	No bl.	bl.
YUCATAN				
"Valor neto de venta" correspondiente a una fábrica hipotética de Suecia para 200 toneladas	88,70	104,80	128,10	146,40
Utilidad, 10 por ciento sobre el capital invertido en la fábrica	18,00	21,60	32,50	35,80
Flete de Suecia a Veracruz	18,00	18,00	22,00	22,00
<i>Valor cif</i>	<u>124,70</u>	<u>144,40</u>	<u>182,60</u>	<u>204,20</u>
Derecho "nominal" de importación, 15 por ciento sobre el valor cif	18,70	21,70	27,40	30,60
Deducción de 10 por ciento por diferencia de calidad	14,30	16,60	21,00	23,50
<i>Valor nominal en el mercado</i>	<u>129,10</u>	<u>149,50</u>	<u>189,00</u>	<u>211,30</u>
AMAPA				
"Valor neto de venta" correspondiente a una fábrica hipotética de Suecia para 200 toneladas	88,70	104,80	128,10	146,40
Utilidad, 10 por ciento sobre el capital invertido en la fábrica	18,00	21,60	32,50	35,80
Flete de Suecia a Río de Janeiro	20,00	20,00	24,00	24,00
<i>Valor cif</i>	<u>126,70</u>	<u>146,40</u>	<u>184,60</u>	<u>206,20</u>
Derecho "nominal" de importación, 15 por ciento sobre el valor cif	19,00	22,00	27,70	30,90
Deducción de 10 por ciento por diferencia de calidad	14,60	16,80	21,20	23,70
<i>Valor nominal en el mercado</i>	<u>131,10</u>	<u>151,60</u>	<u>191,10</u>	<u>213,40</u>

venta en la fábrica (costo de producción más gastos de venta) se ha agregado una utilidad nominal de 10 por ciento sobre la "inversión en la fábrica" (véase nota 5 de la pág. anterior) más los fletes estimados hasta Veracruz y Río de Janeiro. Las cifras se indican en el cuadro 19.

Con el fin de facilitar la comparación entre los cuadros 18 y 19 se presentan los resultados en forma gráfica. Los comentarios siguientes se basan en la comparación gráfica.

c) Las evaluaciones

i) *Yucatán*. Como puede apreciarse en el gráfico 1, las curvas hiperbólicas del valor bruto de venta en la fábrica de Yucatán cortan la línea que representa el "valor nominal en el mercado" en un punto que corresponde a un tamaño de fábrica de 120 toneladas por día, o sea 36 mil toneladas por año. Es más, el punto de intersección cae en la parte más pronunciada de la curva, lo que significaría que aumentar el tamaño a 200 toneladas diarias daría una apreciable utilidad adicional. Puede concluirse, por lo tanto —de acuerdo con el criterio de comparación usado en este trabajo—, que el proyecto de Yucatán es económicamente realizable y atractivo, siempre que las condiciones del mercado permitan la instalación de una fábrica de una capacidad mayor de 120 toneladas diarias.

Para ilustrar esta conclusión se presentan a continuación algunos cálculos relacionados con fábricas integradas con un programa de producción mixta. Este proyecto —el mismo indicado en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03— fue elegido arbitrariamente —sin que se hiciese estudio particular alguno sobre las posibilidades reales de venta— y se presenta tan sólo por vía de ilustración.

Se ha supuesto el siguiente programa de producción y ventas:

	Producción (Toneladas por año)	Volumen de ventas (Toneladas por año)
Celulosa no blanqueada	15.000	8.600
Celulosa blanqueada	30.000	14.200
Papel no blanqueado	6.000	6.000
Papel blanqueado	15.000	15.000

El volumen de ventas calculado prevé que la producción de papel provendría íntegramente de pasta química a razón de 1,06 toneladas de celulosa por tonelada de papel.

La inversión total se estima en 24,8 millones de dólares (empleando la proporción lineal explicada en documento citado). Las "inversiones en la fábrica" empleadas para calcular la "utilidad nominal" descontados los intereses, se han calculado de la manera siguiente:

	Millones de dólares
Inversiones para la producción de celulosa no blanqueada	14,5
Inversiones en el departamento de blanqueo	2,1
Inversiones en la fábrica de papel	4,0
Total de "inversión neta"	<u>20,6</u>

Los costos de producción para los distintos productos se han calculado en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03, basándose en las funciones hiperbólicas del costo. Con estas cifras de costo es posible estimar el "valor bruto de venta" y compararlo con el valor nominal en el mercado para determinar la posibilidad económica del proyecto.

Estas cifras corroboran las dos conclusiones importantes que se desprenden de este trabajo:

a) *de acuerdo con el criterio adoptado, es económicamente posible producir celulosa y papel con mezclas de ma-*

Cuadro 19

"VALOR BRUTO DE VENTA" DE CELULOSA Y PAPEL DE FABRICAS HIPOTETICAS EN YUCATAN Y AMAPA
(Dólares por tonelada)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día							
	50.		100		200		300	
	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.	No bl.	bl.
YUCATAN:								
<i>Celulosa:</i>								
"Valor neto de venta" en la fábrica	124,20	146,20	82,10	107,30	83,80	85,30	68,20	79,70
Utilidad, 10 por ciento sobre inversión en la fábrica	56,90	67,90	39,50	45,40	28,80	33,30	26,10	30,00
Flete a Veracruz	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<i>Valor bruto de venta</i>	<u>191,10</u>	<u>224,10</u>	<u>141,60</u>	<u>163,70</u>	<u>112,60</u>	<u>128,60</u>	<u>104,30</u>	<u>119,70</u>
<i>Papel:</i>								
"Valor neto de venta" en la fábrica	178,80	200,70	136,80	153,00	115,00	128,50	108,10	120,20
Utilidad, 10 por ciento sobre inversión en la fábrica	77,50	88,30	55,80	62,90	44,70	50,00	41,10	46,00
Flete a Veracruz	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
<i>Valor bruto de venta</i>	<u>268,30</u>	<u>301,00</u>	<u>204,60</u>	<u>227,90</u>	<u>171,70</u>	<u>190,50</u>	<u>161,20</u>	<u>178,50</u>
AMAPA:								
<i>Celulosa:</i>								
"Valor neto de venta" en la fábrica	164,00	196,70	122,60	147,40	99,70	119,80	94,50	113,70
Utilidad, 10 por ciento sobre inversión en la fábrica	65,00	78,90	44,20	52,60	32,10	37,70	29,50	34,30
Flete a Río de Janeiro	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
<i>Valor bruto de venta</i>	<u>244,00</u>	<u>290,60</u>	<u>181,80</u>	<u>215,00</u>	<u>164,80</u>	<u>172,50</u>	<u>139,00</u>	<u>163,00</u>
<i>Papel:</i>								
"Valor neto de venta" en la fábrica	235,90	269,80	184,40	210,10	158,70	180,30	150,10	170,30
Utilidad, 10 por ciento sobre inversión en la fábrica	84,80	97,90	60,30	69,00	48,30	54,80	44,00	48,10
Flete a Río de Janeiro	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
<i>Valor bruto de venta</i>	<u>338,70</u>	<u>385,70</u>	<u>262,70</u>	<u>297,10</u>	<u>225,00</u>	<u>253,10</u>	<u>212,10</u>	<u>236,40</u>

deras tropicales en Yucatán (y en otras regiones que tengan condiciones parecidas) si se utilizan unidades de regular tamaño (mayores de 35 a 40 mil toneladas);

- b) es también económicamente posible la integración de pequeñas fábricas de papel con fábricas de celulosa de mayor tamaño.

Debe insistirse al mismo tiempo en que en esta etapa el proyecto sigue siendo hipotético y en que deberán realizarse mayores investigaciones técnicas y económicas antes de emprender los trabajos. Además debe complementarse esta investigación con otra análoga en busca de alguna ubicación distinta cerca de Chetumal, por ejemplo, en donde las condiciones acaso resultaran más favorables que en Colonia. En este segundo estudio habría que realizar ensayos más completos y un examen económico de las posibilidades de producir pasta mecánica con maderas de baja densidad obtenidas en un segundo desarrollo del bosque.

ii) *Amapá*. De la comparación entre la curva hiperbólica del valor bruto de venta para Amapá y el "valor nominal en el mercado" (véase gráfico 2) se desprende que los costos de producción para todos los tamaños indicados sobrepasan el "valor nominal en el mercado" tanto para la celulosa como para el papel blanqueado y no blanqueado. Esta diferencia disminuye 2 unos 8 a 11 dólares por tonelada en la fábrica de mayor tamaño (90 mil toneladas), para las celulosas blanqueadas y sin blanquear, mientras que para el papel, en ambas calidades, la diferencia es de 21 a 23 dólares.

Todo ello sugeriría que, de ser acertados los supuestos en que se han basado los cálculos de los costos de producción, un proyecto de este tipo no ofrecería interés financiero. Todas las estimaciones han sido calculadas con la mayor prudencia. En efecto, el "margen de seguridad" en las cifras finales puede ser mayor que las diferencias señaladas. Sin embargo, ello no modificaría en absoluto las conclusiones

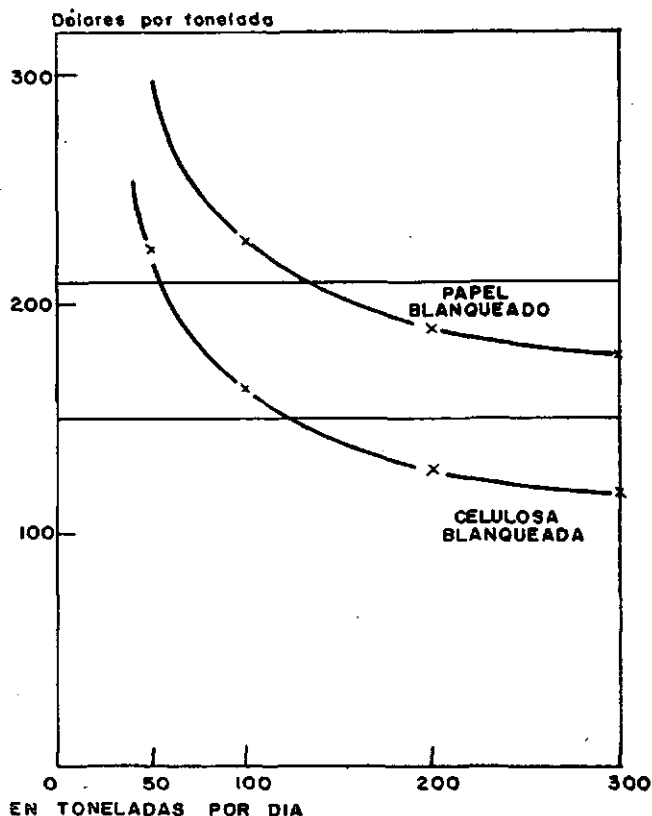
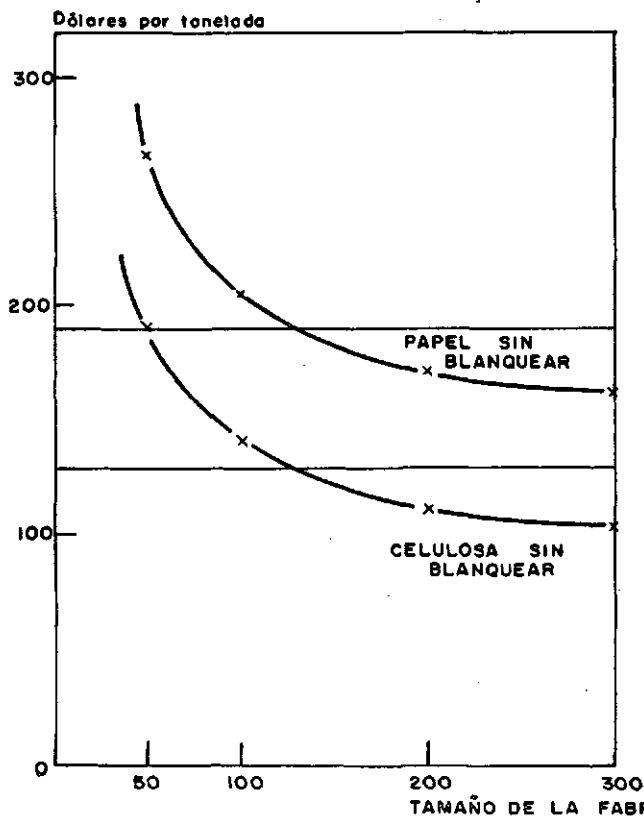
a que se ha llegado, porque, en primer lugar, esas diferencias son mucho mayores en el caso de elegirse una fábrica de las más pequeñas —que desde el punto de vista del mercado es, naturalmente, la más adecuada para una región poco desarrollada— y, además, porque el "margen de seguridad" debe mantenerse para cubrir cualquier gasto imprevisto o subestimado.

No obstante, debe destacarse que en el cálculo de costos de producción en Amapá existe cuando menos un aspecto que puede considerarse vulnerable. Si una investigación más precisa hiciera dudar de la veracidad de esa suposición, tal vez se llegara a otra opción que podría significar un cambio de tal magnitud en los cálculos sobre costos de producción, que diera lugar a una nueva evaluación del proyecto.

Casi todos los costos en moneda local del proyecto de Amapá se han convertido en dólares al cambio de paridad de 32 cruceros por dólar, establecido por el Banco Nacional de Desenvolvimento Economico del Brasil. El cambio libre es de 50 a 55 cruceros por dólar. Evidentemente, este último tipo de cambio no es el indicado para convertir los gastos en moneda local. Por otra parte, es difícil decidir cuál es el cambio adecuado que debe aplicarse. La conversión a cualquier otro tipo de cambio podría tener gran influencia sobre los costos finales de producción. Si se tomara, por ejemplo, el caso de una fábrica de 60 mil toneladas de celulosa blanqueada y se aplicara el cambio libre en vez del de paridad, se obtendría una reducción en el costo de la mano de obra (incluyendo la mano de obra de la madera para celulosa) de unos 8 dólares por tonelada; se rebajaría el costo por concepto de inversión con fondos locales de 10 a 12 dólares y se alterarían también, aunque en menor proporción, otras partidas. Estas diferencias producirían en conjunto una reducción de unos 20 a 30 dólares en el costo por tonelada. Como este tipo de cambio no es el más adecuado, cualquiera otro que se eligiese entre el cambio libre

PROYECTO DE YUCATAN
COMPOSICION ENTRE "VALORES BRUTOS DE VENTA" Y "VALORES NOMINALES EN EL MERCADO"

(Las líneas horizontales indican el "valor nominal en el mercado")



y el de paridad produciría también una reducción —aunque proporcionalmente menor— en el costo final en dólares por tonelada, y esta reducción podría obligar a modificar la evaluación hecha.

El Territorio de Amapá parece ofrecer, a primera vista, las mejores posibilidades de la zona para instalar una indus-

tria de papel y celulosa, por sus medios de transporte y por su rápido desarrollo económico. Si se situase la fábrica en cualquier otro lugar de la zona, se requerirían fuertes inversiones para establecer los medios necesarios de transporte. Esta desventaja probablemente no podría ser neutralizada por la disponibilidad de mano de obra más barata y bos-

Cuadro 20

EJEMPLO DE UNA FABRICA INTEGRADA EN YUCATAN: COSTOS Y VENTAS
(Dólares)

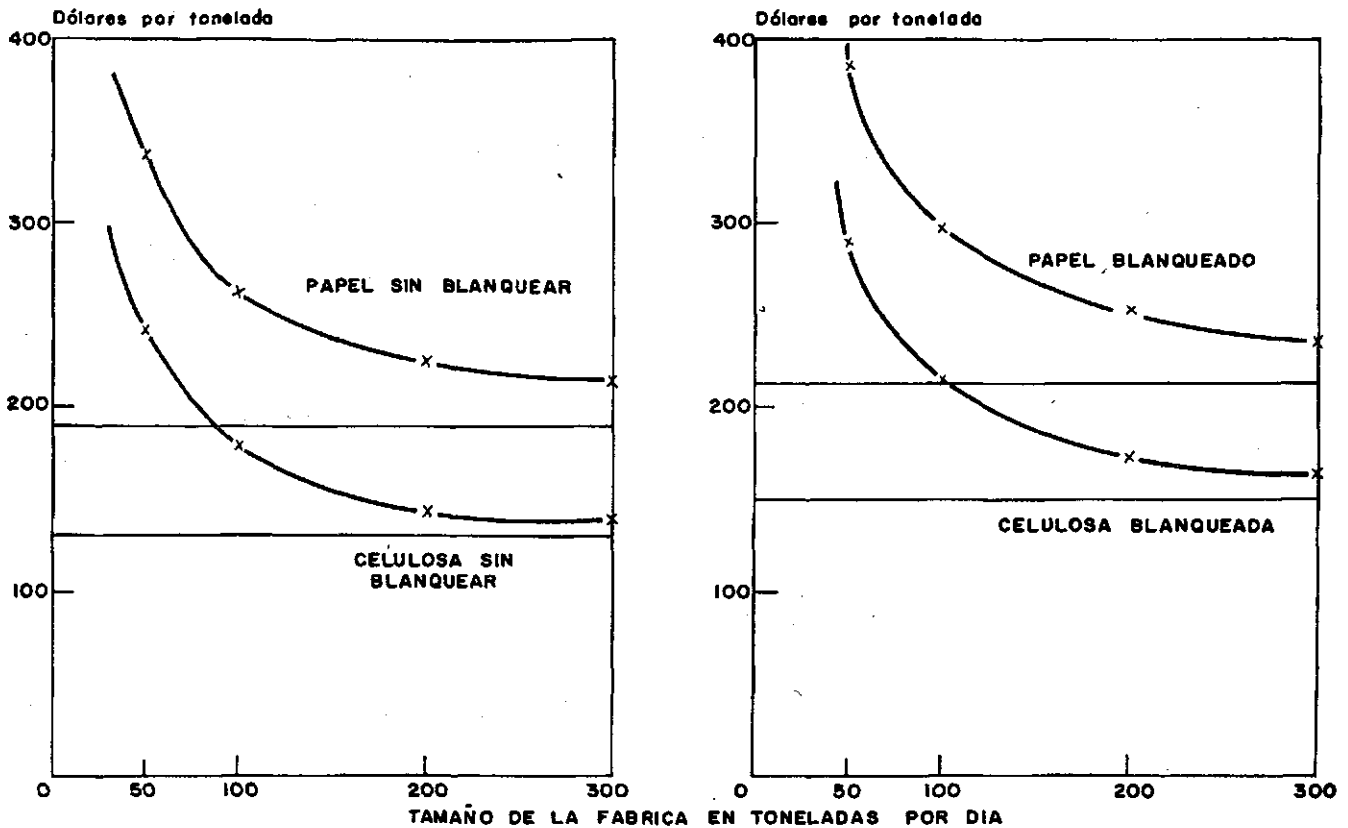
	Celulosa		Papel	
	No bl.	bl.	No bl.	bl.
Costo neto en la fábrica.	78,80	93,80	127,10	142,60
Gastos de venta (estimados).	2,00	2,00	3,20	3,20
Utilidad, 10 por ciento sobre "inversión en la fábrica"				
Sección para celulosa.	32,20	32,20	32,20	32,20
Departamento de blanqueo.	—	7,00	—	7,00
Sección para papel.	—	—	19,00	19,00
Flete a Veracruz.	10,00	10,00	12,00	12,00
Valor bruto de venta.	123,10	145,00	193,50	216,00
Valor nominal en el mercado.	129,10	149,50	189,00	211,30
Diferencia por tonelada.	+ 6,10	+ 4,50	— 4,50	— 4,70
Diferencia anual.	+ 52.500	+ 63.900	— 27.000	— 70.500
Diferencia anual total ^a	+ 18.900			

^a Incluye 8 por ciento sobre el capital invertido en la fábrica y 10 por ciento de utilidad. Además, el tamaño de fábrica elegido es ligeramente superior (para celulosa) y considerablemente inferior (para papel) al correspondiente al "punto de intersección" de la curva del "valor bruto de venta" con la línea de "valor nominal en el mercado".

Gráfico 2

PROYECTO DE AMAPÁ
COMPOSICION ENTRE "VALORES BRUTOS DE VENTA" Y "VALORES NOMINALES EN EL MERCADO"

(Las líneas horizontales indican el "valor nominal en el mercado")



ques más ricos, ni por otras circunstancias favorables. Se llega, por lo tanto, a la conclusión de que, siendo poco probable encontrar otra localidad en la región del bajo Amazonas que ofrezca condiciones más favorables que las de Porto Platon, resulta que —a menos que una nueva evaluación del proyecto de Amapá demuestre que la presente apreciación es equivocada— la totalidad de la región no ofrece por el momento posibilidades ventajosas para la instalación de fábricas de celulosa y papel. En todo caso, no cabe duda de que si algún proyecto fuese realizable, éste debiera corresponder a una unidad de gran tamaño, con una capacidad de producción probablemente no inferior a 90 mil toneladas anuales.

La conclusión anterior puede parecer desalentadora; sin embargo, debe repetirse que esta evaluación es *condicional* y que una serie diferente de supuestos (cambio de paridad, etc.) y otro nivel de comparación (derechos de importación distintos, etc.) podrían muy bien llevar a una conclusión diferente.

En el curso de los debates sobre este punto del temario surgió otro aspecto de cierta importancia, además de los ya abordados. Representantes tanto de la Misión Forestal de la FAO enviada al Amazonas como del gobierno del

Territorio Federal de Amapá hicieron resaltar que el programa de extracción forestal previsto para el proyecto de Amapá *a)* sobreestimaba los costos de extracción de la madera y *b)* suponía un período de rotación excesivo. Si se hiciera una revisión de los supuestos que sirvieron de base a las estimaciones de costo para la fábrica hipotética de Amapá y se tomara en cuenta la experiencia corriente en la región del Amazonas, se reduciría notablemente el costo de la madera para pasta, lo que bastaría para justificar que se revisase la evaluación provisional que antecede.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que todo proyecto en una región poco desarrollada —especialmente si está basado en materias primas no usuales— requiere no sólo un análisis cuidadoso de todos los factores que intervienen en el costo, sino también investigaciones técnicas, ensayos en gran escala de las materias primas, etc., que implican grandes gastos. Este desembolso inicial de capital es imperativo, especialmente en el caso de que se empleen nuevos procedimientos o técnicas de operación. Por otra parte, como las fábricas de papel y celulosa de gran tamaño requieren fuertes inversiones, es aconsejable hacer una evaluación prudente y aun de carácter extremadamente conservador para ponerse a cubierto contra posibles fracasos.

Anexo 1
PROYECTO DE YUCATAN
INVERSION: EXPLOTACION FORESTAL
(Miles de pesos mexicanos)

	<i>Cantidad de madera en toneladas por año</i>							
	60.000		120.000		240.000		360.000	
	<i>Madera para celulosa</i>	<i>Leña</i>	<i>Madera para celulosa</i>	<i>Leña</i>	<i>Madera para celulosa</i>	<i>Leña</i>	<i>Madera para celulosa</i>	<i>Leña</i>
Trabajos preparatorios generales . . .	650	—	800	—	1.050	—	1.250	—
Caminos principales	4.500	—	9.000	—	18.000	—	27.000	—
Equipo	3.000	2.095	5.420	4.190	10.665	8.700	17.300	14.060
Gastos imprevistos y varios ^a	725	145	1.355	290	2.645	600	4.025	975
Capital de trabajo ^b	345	150	690	315	1.400	660	2.170	1.055
Vivienda	4.790	1.885	9.410	3.755	18.665	7.440	27.925	11.160
Total	14.010	4.275	26.675	8.550	52.425	17.400	79.670	27.250
Equivalente en miles de dólares . . .	1.121	342	2.134	684	4.194	1.392	6.374	2.180

^a Incluyendo repuestos para equipos diversos.
^b Producción de un mes.

Anexo 2
PROYECTO DE YUCATAN
ESTIMACION DEL EQUIPO NECESARIO: EXPLOTACION FORESTAL
(Miles de pesos mexicanos salvo indicación en contrario)^a

	<i>Cantidad de madera en toneladas por año</i>							
	60.000		120.000		240.000		360.000	
	<i>Madera para celulosa</i>	<i>Leña</i>	<i>Madera para celulosa</i>	<i>Leña</i>	<i>Madera para celulosa</i>	<i>Leña</i>	<i>Madera para celulosa</i>	<i>Leña</i>
<i>Caminos secundarios</i>								
Niveladora	160 (1)	—	160 (1)	—	320 (2)	—	320 (2)	—
Trituradora o chancadora	100 (1)	—	200 (2)	—	300 (3)	—	500 (5)	—
Tractor D7	—	—	—	—	200 (2)	—	600 (3)	—
<i>Limpia</i>								
Tractor D4 con arco	700 (5)	700 (5)	1.400 (10)	1.400 (10)	2.800 (20)	2.800 (20)	4.200 (30)	4.200 (30)
<i>Transporte</i>								
Camiones de 5 toneladas con acoplado	500 (5)	500 (5)	1.000 (10)	1.000 (10)	2.000 (20)	2.000 (20)	3.500 (35)	3.500 (35)
Rajadora	200 (1)	—	200 (1)	—	200 (1)	200 (1)	400 (2)	400 (2)
Vehículos varios	150 (5)	60 (2)	300 (10)	120 (4)	600 (20)	240 (8)	900 (30)	360 (12)
Equipos varios (15%)	270	190	490	380	960	780	1.560	1.270
Total	2.080	1.450	3.750	2.900	7.380	6.020	11.980	9.730
Aumento de precio por variación en el tipo de cambio	920	645	1.670	1.290	3.285	2.680	5.320	4.330
Total general	3.000	2.095	5.420	4.190	10.665	8.700	17.300	14.060
Equivalente en miles de dólares	240	168	434	335	853	696	1.384	1.125

^a Las cifras entre paréntesis indican el número de unidades necesarias.

Anexo 3
PROYECTO DE YUCATAN
PERSONAL FORESTAL NECESARIO Y SUELDOS ANUALES CORRESPONDIENTES
(Miles de pesos mexicanos, salvo indicación en contrario)

	Sueldo por hombre	Cantidad de madera en toneladas por año															
		60.000				120.000				240.000				360.000			
		Madera para celulosa		Leña		Madera para celulosa		Leña		Madera para celulosa		Leña		Madera para celulosa		Leña	
No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año		
<i>Administración central</i>																	
Director forestal	75	—	—	—	—	1	75	—	—	1	75	—	—	1	75	—	—
Subdirector	60	1	60	—	—	—	—	—	—	1	60	—	—	1	60	—	—
Auxiliar administrativo	40	1	40	—	—	1	40	—	—	—	—	—	—	1	40	—	—
Capataces (tala, entrega, verificación)	15	2	30	1	15	2	30	1	15	3	45	1	15	4	60	2	30
Contador	25	1	25	—	—	1	25	1	25	2	50	1	25	2	50	2	50
Oficinistas y mecanógrafos	8	3	24	1	8	4	32	2	16	6	48	4	32	8	64	4	32
Mensajeros, etc.	3	2	6	2	6	4	12	2	6	5	15	4	12	6	18	5	15
Total		10	185	4	29	13	214	6	62	18	293	10	84	23	367	13	127
<i>Dirección de los trabajos forestales</i>																	
Jefes de corta	25	1	25	—	—	2	50	—	—	4	100	1	25	6	150	2	50
Jefes de patio	18	5	90	1	18	10	180	2	36	20	360	3	54	30	540	5	90
Jefes de cuadrilla	15	10	150	2	30	20	300	4	60	40	600	7	105	60	900	10	150
Contador	15	1	15	—	—	2	30	—	—	4	60	—	—	6	90	—	—
Oficinistas	8	4	32	2	16	8	64	4	32	16	128	8	64	24	192	12	96
Total		21	312	5	64	42	624	10	128	84	1.248	19	248	126	1.872	29	386
<i>Personal</i>																	
Obreros calificados (conductores, etc.)	6	65	390	16	96	130	780	32	192	260	1.560	64	384	390	2.340	96	576
Obreros no calificados	4	320	1.280	150	600	640	2.560	300	1.200	1.280	5.120	600	2.400	1.920	10.240	900	3.600
Total		385	1.670	166	696	770	3.340	332	1.392	1.540	6.680	664	2.784	2.310	12.580	996	4.176
Total general		416	2.107	175	789	825	4.178	348	1.582	1.642	8.221	693	3.116	2.459	14.819	1.038	4.689
Equivalente en miles de dólares			173		63		335		127		658		249		1.185		375

Anexo 4

PROYECTO DE YUCATAN
INVERSION EN LA VIVIENDA: EXPLOTACION FORESTAL

(Miles de pesos mexicanos)

	Costo unitario por hombre	Cantidad de madera en toneladas por año							
		60.000		120.000		240.000		360.000	
		Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña
<i>Administración Central</i>									
Director forestal	50	—	—	50	—	50	—	50	—
Subdirector	40	40	—	—	—	40	—	40	—
Auxiliar administrativo	35	35	—	35	—	—	—	35	—
Capataces (tala, entrega, verificación)	25	50	25	50	25	75	25	100	50
Contador	25	25	—	25	25	50	25	50	50
Oficinistas y mecanógrafos	15	45	15	60	30	90	60	120	60
Mensajeros, etc.	8	15	15	30	15	40	25	50	30
<i>Dirección de los trabajos forestales</i>									
Jefes de corta	25	25	—	50	—	100	25	150	50
Jefes de patio	20	100	20	200	40	400	60	600	100
Jefes de cuadrilla	20	200	40	400	80	800	140	1.200	200
Contador	20	20	—	40	—	80	—	120	—
Oficinistas	15	60	30	120	60	240	120	360	180
<i>Personal</i>									
Obreros calificados (conductores, etc.)	15	975	240	1.950	480	3.900	960	5.850	1.440
Obreros no calificados	10	3.200	1.500	6.400	3.000	12.800	6.000	19.200	9.000
Total		4.790	1.885	9.410	3.755	18.665	7.440	27.925	11.160
Equivalente en miles de dólares		383	151	753	300	1.493	595	2.234	893

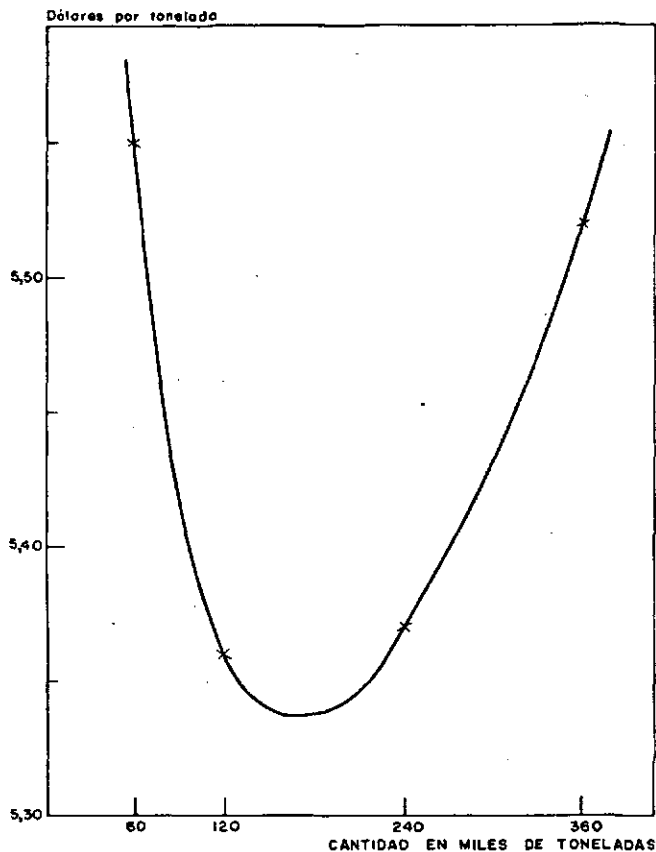
Anexo 5

PROYECTO DE YUCATAN
COSTO DE LA MADERA

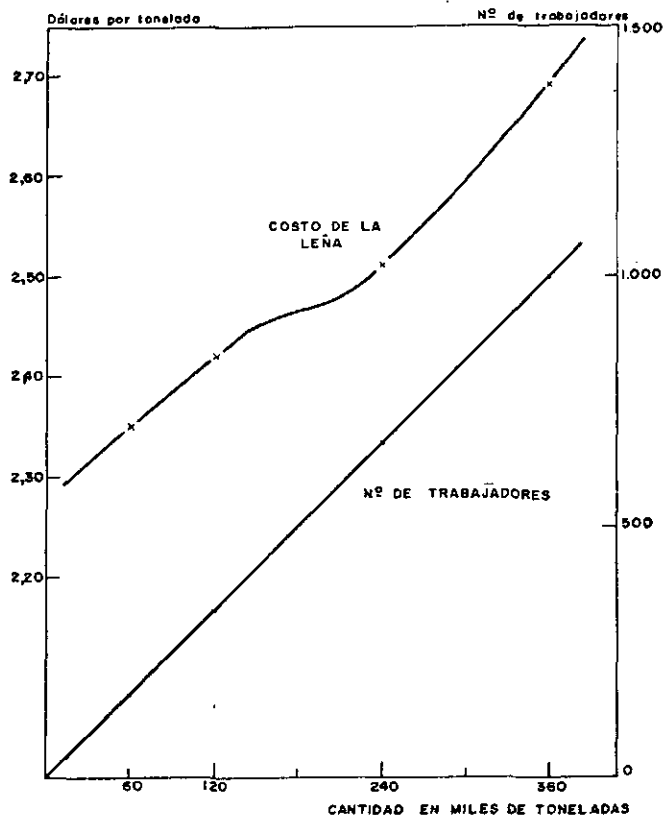
(Pesos mexicanos por tonelada)

	Cantidad de madera en toneladas por año								
	60.000		120.000		240.000		360.000		
	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	
<i>Mano de obra</i>									
Obreros no calificados	21,30	10,00	21,30	10,00	21,30	10,00	21,30	10,00	
Obreros calificados	6,50	1,60	6,50	1,60	6,50	1,60	6,50	1,60	
Personal supervisor y de administración general	8,30	1,55	7,00	1,58	6,45	1,38	6,25	1,42	
Total	36,10	13,15	34,80	13,18	34,25	12,98	34,05	13,02	
<i>Gastos de funcionamiento</i>									
Combustibles, reparaciones y accesorios	6,20	4,55	6,70	5,40	7,85	6,45	9,20	7,90	
<i>Gastos de inversión</i>									
Amortización Inversión General	3,30	0,08	3,10	0,08	3,00	0,08	3,00	0,09	
Amortización equipo	10,00	7,00	9,05	7,00	8,90	7,25	9,60	7,80	
Amortización vivienda	4,00	1,57	3,90	1,56	3,88	1,55	3,88	1,55	
Interés sobre capital fijo	9,35	2,85	8,95	2,85	8,75	2,90	8,85	3,03	
Interés sobre capital de trabajo	0,46	0,20	0,46	0,21	0,47	0,22	0,48	0,23	
Total	27,11	11,70	25,46	11,70	25,00	12,00	25,81	12,70	
Total general	69,41	29,40	66,96	30,28	67,10	31,43	69,06	33,62	
Equivalente en dólares	5,55	2,35	5,36	2,42	5,37	2,51	5,52	2,69	

PROYECTO DE YUCATAN
COSTO DE LA MADERA PARA CELULOSA



PROYECTO DE YUCATAN
COSTO DE LA LEÑA Y PERSONAL NECESARIO
PARA SU EXTRACCION



PROYECTO DE YUCATAN
COSTO Y POSIBILIDADES DE ABASTECIMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS Y EL COMBUSTIBLE

1. Piedra caliza

La península de Yucatán está formada por un estrato de piedra caliza que cubre formaciones geológicas más antiguas. Es probable que no se presenten dificultades para encontrar depósitos de piedra caliza de tamaño suficiente y calidad adecuada en las proximidades del lugar de emplazamiento de una fábrica. Para los fines del presente estudio se ha supuesto que la distancia máxima de transporte debería ser 20 kilómetros.

Estimación del costo puesto en fábrica	Pesos mexicanos por tonelada	Dólares por tonelada
Costo de laboreo	25,00	2,00
Costo de transporte incluyendo la operación de carga	25,00	2,00
Costo total puesto en fábrica	50,00	4,00

2. Cal

Una fábrica de pasta sin blanquear de 50 toneladas diarias de capacidad tendría que comprar cal viva en el mercado

libre. El precio en Tizimín (40 kilómetros de Colonia) era de 30 pesos mexicanos por metro cúbico (480 kg.) en febrero de 1954. (El tipo de cambio en esa fecha era de 8,65 pesos mexicanos por dólar).

Estimación del costo puesto en fábrica	Pesos mexicanos por tonelada	Dólares por tonelada
Precio en Tizimín	62,50	7,25
Costos de transporte y carga	37,50 ^a	3,00
Costo total puesto en fábrica	100,00	10,25

^a 1 dólar = 12,50 pesos mexicanos.

3. Sulfato de sodio

El sulfato de sodio se encuentra en varios lugares de México, pero su producción no basta para hacer frente a las necesidades del país. Además, los depósitos están en la parte noroeste de lo que se deduce que el transporte sería difícil y costoso. En febrero de 1954 el valor de una tonelada en la ciudad de México era de unos 450 a 500 pesos mexicanos,

o sea de unos 52 a 58 dólares al tipo de cambio vigente en ese tiempo.

En consecuencia, se ha supuesto que en este caso el sulfato de sodio se importaría de los Estados Unidos.

Estimación del costo puesto en fábrica	Pesos mexicanos por tonelada	Dólares por tonelada
Precio f.o.b. Nueva York (abril 1954)	262,50	21,00
Flete Nueva York a El Cuyo	250,00	20,00
Descarga y transporte a la fábrica	37,50	3,00
15 por ciento derecho de importación	40,00	3,20
Costo total puesto en fábrica	590,00	47,20

4. Sal

Se produce actualmente en Las Coloradas, a unos 40 kilómetros de El Cuyo. En febrero de 1954 su precio en Colonia era de 100 pesos mexicanos la tonelada, o sea, 11,50 dólares. No obstante, parece probable que este precio pueda reducirse tratándose de una operación en gran escala. El presente estudio se ha basado en la suposición de que se mantendrá dicho precio.

6. Sulfato de aluminio, caolín y sulfato de bario

Por falta de suficiente información acerca de las posibilidades de abastecimiento local se han calculado los precios a base de los que rigieron para las materias primas impor-

Estimación del costo puesto en fábrica	Pesos mexicanos por tonelada	Dólares por tonelada
	100,00	8,00

5. Azufre

La fuente de abastecimiento de la fábrica de Yucatán sería, probablemente, los yacimientos de San Cristóbal en la costa occidental del istmo de Tehuantepec, cuyo beneficio debería haber comenzado a mediados de 1954 (200 mil toneladas al año). Sin embargo como no se disponía de informaciones, los cálculos se han basado en el precio del azufre importado, sin tomar en cuenta los derechos y gastos de importación.

Estimación del costo puesto en fábrica	Pesos mexicanos por tonelada	Dólares por tonelada
Precio f.o.b. puertos del Golfo (abril 1954)	412,50	33,00
Flete puertos del Golfo a El Cuyo	187,50	15,00
Descarga y transporte hasta la fábrica	37,50	3,00
Costo total puesto en fábrica	637,50	51,00

tadas en abril de 1954. No obstante, parece probable que pueda adquirirse en el país caolín y sulfato de bario de calidad bastante buena.

	Costo de productos químicos para la fabricación de papel ^a				
	Precio f.o.b.	Flete EE. UU. El Cuyo	Flete El Cuyo a la fábrica	Derecho de importación 15%	Costo total puesto en fábrica
	Sulfato de aluminio	Dólares 46,00 Pesos mex. 575,00	20,00 250,00	3,00 37,00	7,00 86,00	76,00 948,00
Caolín	Dólares 16,00 Pesos mex. 200,00	20,00 250,00	3,00 37,00	2,40 30,00	41,40 517,00
Sulfato de bario	Dólares 60,00 Pesos mex. 750,00	20,00 250,00	3,00 37,00	9,00 113,00	92,00 1.150,00

^a Por tonelada.

7. Colofonia

La colofonia se produce en México. Se estima que en febrero de 1954 su precio en la ciudad de México era de unos 2.000 pesos mexicanos por tonelada.

Estimación del costo puesto en fábrica	Pesos mexicanos por tonelada	Dólares por tonelada
Precio en la ciudad de México	2.000	160,00
Flete (estimado) desde la ciudad de México hasta Tizimín	200	16,00
Flete (estimado) de Tizimín a Colonia	37,50	3,00
Costo total puesto en fábrica	2.237,50	179,00

8. Petróleo combustible

En febrero de 1954 su precio era de 8,3 centavos por litro

en Campeche y 13,5 centavos en Colonia. Estos precios equivalen a 95 y 145 pesos mexicanos por tonelada, o sea 11,50 y 16,70 dólares por tonelada, respectivamente. (1 dólar = 8,65 pesos mexicanos). Se estimó que podría reducirse a 108 pesos mexicanos la tonelada trasportando mayores cantidades vía El Cuyo.

Estimación del costo puesto en fábrica	Pesos mexicanos por tonelada	Dólares por tonelada
	108,00	12,50

9. Leña

Véanse anexos 6 y 7.

Anexo 9

PROYECTO DE YUCATAN
CONSUMO DE PRODUCTOS QUIMICOS EN LA FABRICA DE CELULOSA

Para la producción de celulosa sin blanquear, el sulfato de sodio se usaría como producto de compensación, en tanto que en el caso de la celulosa blanqueada se emplearía con tal fin soda cáustica (producida en una instalación electrolítica en la misma fábrica) y azufre que se agregaría a la lejía blanca. El consumo de sulfato de sodio se estima en 90 kilogramos por tonelada de celulosa sin blanquear. El consumo de productos químicos para la elaboración y el blanqueo de celulosa se estima en:

	Soda cáustica (en kilogramos por tonelada)	Azufre	Cloro
Para la cocción	70	23	—
Para el blanqueo	20	2	70
Total	90	25	70

A base de un rendimiento de 90 por ciento en la instalación electrolítica, esta cantidad de soda cáustica corresponde a 145 kilogramos de cloruro de sodio el que daría un excedente de unos 10 kilogramos de cloro que pueden convertirse en ácido clorhídrico. Podría suceder también que el

tamaño de la planta electrolítica se adaptara a las necesidades de consumo de cloro en cuyo caso se necesitarían unos 18 kilogramos de sulfato de sodio para usarlo como producto químico de compensación. El consumo de azufre se reduciría en 4 kilogramos y el de sal, en 15.

Todas las unidades se equiparían con hornos rotatorios para la recalcinación de la cal, con excepción de la de 50 toneladas diarias para la cual se adquiriría la cal viva en el mercado libre. El consumo de piedra caliza en las fábricas que tienen hornos de recalcinación se estima en cerca de 6 por ciento de la carga seca del horno, lo que equivale a 11 o 12 por ciento del consumo real de cal en la cocción, estimado en 260 kilogramos. Para la operación de blanqueo se necesitarían 30 kilogramos más de cal.

El consumo de cal o piedra caliza por tonelada de celulosa sería entonces, el siguiente:

	Celulosa sin blanquear (en kilogramos)	Celulosa blanqueada (en kilogramos)
Sin recalcinar la cal	260 (cal)	290 (cal)
Calcinándola	30 (piedra caliza)	90 (piedra caliza)

Resumen

El cuadro que sigue concentra los datos que resumen el consumo total de productos químicos (expresados en tone-

ladas por año) correspondiente a los diversos tamaños de fábrica:

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	sin blanquear	blanqueada	sin blanquear	blanqueada	sin blanquear	blanqueada	sin blanquear	blanqueada
Opción A								
Sulfato de sodio	1.350	—	2.700	—	5.400	—	8.100	—
Cal	3.900	4.350	—	—	—	—	—	—
Piedra caliza	—	—	900	2.700	1.800	5.400	2.700	8.100
Sal	—	2.200	—	4.350	—	8.700	—	13.000
Azufre	—	380	—	750	—	1.500	—	2.250
Total tons/año	5.250	6.930	3.600	7.800	7.200	15.600	10.800	23.350
Opción B								
Sulfato de sodio	—	270	—	540	—	1.080	—	1.620
Cal	—	4.350	—	—	—	—	—	—
Piedra caliza	—	—	—	2.700	—	5.400	—	8.100
Sal	—	1.950	—	3.900	—	7.800	—	11.700
Azufre	—	320	—	630	—	1.260	—	1.710
Total tons/año	—	6.890	—	7.770	—	15.540	—	23.130

Anexo 10

PROYECTO DE YUCATAN
RECALCINACION DE LODOS DE CAL*

(Dólares por tonelada de cal viva)

Rubro	Cantidad	Costo unitario	Con petróleo combustible	Con leña
Lodos de cal	—	—	—	—
Piedra caliza	100 kg	0,004	0,44	—
idem	165 kg	0,004	—	0,66
Petróleo combustible	200 kg	0,0125	2,50	—
Leña	1,37 tons	2,50	—	3,43
Energía eléctrica	25 KWH	0,015	0,38	—
idem	40 KWH	0,015	—	0,60
Mano de obra, horas-hombre	1,05	0,20	0,21	—
idem	3,15	0,20	—	0,63
Reparaciones	—	—	0,50	1,00
Depreciación e intereses (10 años, 8% sobre 100.000 y 130.000 dólares respectivamente)	—	—	1,73	2,25
Costo total por tonelada de cal			5,76	8,57

* Cálculos basados en una producción de 7.500 toneladas al año.

Conclusiones

1. Para la fábrica de Yucatán se ha escogido un horno rotatorio a petróleo.
2. Podría ser conveniente también instalar un horno rotatorio de recalcinación en la fábrica de celulosa de 50

toneladas diarias de capacidad, ya que el precio que se calcula para la tonelada de cal es de unos $5,76 + 1,75 = 7,51$ dólares, en comparación con el precio del mercado que es de 10,25 dólares.

Anexo II

PROYECTO DE YUCATAN
BALANCE DE CALOR Y ENERGIA PARA LAS FABRICAS DE PAPEL Y CELULOSA DE AMAPA Y YUCATAN
(Unidades térmicas o eléctricas por tonelada de producto)

	Presión de extracción kg/cm. ²	Fábricas de celulosa				Fábricas de papel integradas				Fábricas de papel no integradas			
		Sin blanquear		Blanqueada		Sin blanquear		Blanqueado		Sin blanquear		Blanqueado	
		1.000 kcal	KWH	1.000 kcal	KWH	1.000 kcal	KWH	1.000 kcal	KWH	1.000 kcal	KWH	1.000 kcal	KWH
Calor para la evaporación	2,6	750		750		750		750		—		—	
Calor para la cocción	8,5	1.070		1.160		1.070		1.160		—		—	
Calor para el blanqueo	2,0	—		800		—		800		—		—	
Calor para el secado	2,0	865		865		1.750		1.750		1.750		1.750	
Calor para otros usos	2,0	200		200		250		250		150		150	
Energía total necesaria			485		910		900		1.375		575		625
Turbina de extracción		480	415	645	560	645	560	810	700	380	325	380	325
Turbina de condensación		180	70	910	350	880	340	1.750	675	650	250	780	300
Consumo total de calor		3.545		5.330		5.345		7.270		2.930		3.060	
Producido en unidad de recuperación		2.970		3.230		2.970		3.230		—		—	
Producido por vapor nuevo		575		2.100		2.375		4.040		2.930		3.060	
Combustible adicional necesario ^a													
Petróleo combustible, kg.		70		265		300		510		370		385	
(o en su reemplazo) Leña, kg.		350		1.330		1.500		2.600		—		—	

^a No incluye la recalcinación de cal.

NOTA: Las necesidades de calor se han tomado de los documentos ST/ECLA/CONF. 3/L.3.1 y ST/ECLA/CONF.3/L.6.12, pero el calor para la evaporación se ha aumentado de 725.000 a 750.000; se ha agregado además el rubro "Calor para otros usos".

Anexo 12

PROYECTO DE YUCATAN
PERSONAL ADMINISTRATIVO Y SUPERVISOR NECESARIO Y SUELDOS ANUALES CORRESPONDIENTES

(Miles de pesos mexicanos, salvo indicación en contrario)

	Fábrica de celulosa				Fábrica de papel integrada				Fábrica de papel no integrada			
	Tamaño de la fábrica				Tamaño de la fábrica				Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día	100 tons/día	200 tons/día	300 tons/día	50 tons/día	100 tons/día	200 tons/día	300 tons/día	50 tons/día	100 tons/día	200 tons/día	300 tons/día
	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales	Sueldos totales
No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	No. /año	
Director Gerente	1	85	1	95	1	110	1	120	1	85	1	95
Gerente de la fábrica	—	—	—	—	1	75	1	80	1	70	1	70
Superintendente de la fáb.	1	50	1	55	1	60	1	70	—	—	1	55
Superintendente auxiliar	—	—	—	—	1	40	1	40	1	40	—	—
Químico Jefe	1	30	1	30	1	35	1	40	1	30	1	30
Jefe de talleres	1	30	1	30	2	60	2	70	2	70	1	35
Jefes de turno	3	54	3	54	3	54	6	108	6	108	3	54
Capataces	4	60	4	60	5	84	6	99	5	75	6	90
Químicos de turno	3	36	3	36	3	36	3	36	3	36	—	—
Ayudantes de laboratorio	2	11	2	11	3	16	4	22	2	11	3	17
Dibujantes	1	15	2	30	3	45	4	60	2	30	3	45
Secretario	1	30	1	30	1	35	1	40	1	30	1	30
Contador Jefe	1	25	1	25	1	30	1	35	1	25	1	25
Oficinistas y mecanógrafos	5	40	8	64	10	75	12	90	6	48	10	80
Jefe de bodega	1	15	1	15	1	18	1	18	1	12	1	12
Ayudantes del jefe de bodega y oficinistas	2	16	2	16	3	24	4	30	2	16	3	24
Porteros	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12
Mensajeros	2	6	2	6	3	9	4	12	3	9	4	12
Total sueldos/año	(32)	515	(36)	569	(46)	818	(56)	982	(41)	707	(51)	836
Equivalente en miles de dólares		41,2		45,5		65,4		78,6		56,6		66,9

Anexo 13

PROYECTO DE YUCATAN
NUMERO DE OBREROS: FABRICA DE CELULOSA

	Por ocho horas Tamaño de la fábrica								Por día Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día		50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Patio de almacenamiento de troncos	6	6	6	6	8	8	10	10	12	12	12	12	16	16	20	20
Departamento de preparación de la madera	3	4	4	5	4	8	5	10	6	8	8	10	8	16	10	20
Departamento de lejiación	3	3	3	3	3	3	4	4	9	9	9	9	9	9	12	12
Departamento de difusores	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	6	6	9	9
Departamento de primera depuración	1	1	2	2	3	3	4	4	3	3	6	6	9	9	12	12
Departamento de blanqueo	—	1	—	1	—	1	—	1	—	3	—	3	—	3	—	3
Planta electrolítica y preparación de liquido de blanqueo	—	4	—	5	—	6	—	8	—	12	—	15	—	18	—	24
Departamento de segunda depuración	—	1	—	1	—	1	—	1	—	3	—	3	—	3	—	3
Máquina secadora de la pasta	4	4	5	5	8	8	12	12	12	12	15	15	24	24	36	36
Almacén de pasta	2	2	3	3	4	4	4	4	6	6	9	9	12	12	12	12
Departamento de caustificación	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9
Planta evaporadora	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Recuperación de la soda	3	3	3	3	3	3	5	5	9	9	9	9	9	9	15	15
Recuperación y transporte de la cal	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	6	6
Almacenes de productos químicos	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	1	2	1	2	1	2
Planta purificadora de agua y sala de bombas	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Servicios generales	—	—	—	—	—	—	—	—	8	10	12	15	16	20	20	25
Obreros para el transporte	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10	15	15	20	20	25	25
Taller de reparaciones	—	—	—	—	—	—	—	—	20	23	25	28	30	34	35	40
Calderas	2	2	2	2	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9
Central eléctrica	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Total									121	148	148	178	187	228	240	291
Número de obreros calificados contenidos en el total									50	61	56	66	62	72	69	87
Sueldos anuales:																
(Obreros calificados 6.000 pesos)									Miles de pesos	584	714	702	844	870	1.052	1.098
(Obreros no calificados 4.000 pesos)									Miles de dólares	46,7	57,1	56,2	67,5	69,6	84,2	87,8
																1.338
																107,0

Anexo 14
PROYECTO DE YUCATAN
NUMERO DE OBREROS: FABRICA INTEGRADA

	<i>Por ocho horas</i> <i>Tamaño de la fábrica</i>				<i>Por día</i> <i>Tamaño de la fábrica</i>			
	<i>50 tons/día</i>		<i>100 tons/día</i>		<i>50 tons/día</i>		<i>100 tons/día</i>	
	<i>Sin bl.</i>	<i>bl.</i>	<i>Sin bl.</i>	<i>bl.</i>	<i>Sin bl.</i>	<i>bl.</i>	<i>Sin bl.</i>	<i>bl.</i>
Patio de almacenamiento de troncos	6	6	6	6	12	12	12	12
Departamento de preparación de la madera	3	4	4	5	6	8	8	10
Departamento de lejiación	3	3	3	3	9	9	9	9
Departamento de difusores	1	1	1	1	3	3	3	3
Departamento de primera depuración	1	1	2	2	3	3	6	6
Departamento de blanqueo	—	1	—	1	—	3	—	3
Planta electrolítica y preparación del licor de blanqueo	—	4	—	5	—	12	—	15
Departamento de segunda depuración	—	1	—	1	—	3	—	3
Departamento de caustificación y horno de cal	1	1	2	2	3	3	6	6
Planta evaporadora	1	1	1	1	3	3	3	3
Recuperación de la soda	3	3	3	3	9	9	9	9
Almacenes de productos químicos	—	—	—	—	2	4	2	4
Sala de refino	1	1	2	2	3	3	6	6
Departamento de preparación de encolado	1	1	2	2	3	3	6	6
Máquina papelera	6	9	6	9	18	18	27	27
Rebobinadoras	3	3	6	6	9	9	18	18
Cortadoras duplex	2	2	4	4	4	4	8	8
Enfardadoras	—	—	—	—	4	4	6	6
Empaquetadoras de rollos	—	—	—	—	3	3	6	6
Rebobinadoras de rollos pequeños	—	—	—	—	1	1	2	2
Sala de escogido (revisadores)	—	—	—	—	25	25	40	40
Obreros para el transporte	—	—	—	—	20	20	30	30
Planta purificadora de agua y sala de bombas	1	1	1	1	3	3	3	3
Lubricadores	1	1	2	2	3	3	6	6
Varios	—	—	—	—	10	10	14	14
Calderas	2	2	2	2	6	6	6	6
Central eléctrica	1	1	1	1	3	3	3	3
Taller de reparaciones	—	—	—	—	30	33	40	45
Total					195	220	279	309
Nº de obreros calificados contenidos en el total					83	96	106	119
<i>Sueldos anuales:</i>								
(Obreros calificados: 6.000 pesos)				Miles de pesos	921	1.047	1.288	1.430
(Obreros no calificados: 4.000 pesos)				Miles de dólares	73,7	83,8	103,0	114,0
(Revisadores: 3.000 pesos)								

Anexo 15
PROYECTO DE YUCATAN
NUMERO DE OBREROS: FABRICA DE PAPEL NO INTEGRADA

	<i>Por ocho horas</i> <i>Tamaño de la fábrica</i>		<i>Por día</i> <i>Tamaño de la fábrica</i>		
	<i>50 tons/día</i>	<i>100 tons/día</i>	<i>50 tons/día</i>	<i>100 tons/día</i>	
	Almacén de pasta	—	—	4	5
Trituración de los fardos	1	2	3	6	
Sala de refino	1	2	3	6	
Departamento de preparación de encolado	1	2	3	6	
Máquina papelera	6	9	18	27	
Rebobinadoras	3	6	9	18	
Cortadora duplex	2	4	4	8	
Enfardadoras	—	—	4	6	
Empaquetadoras de rollos	—	—	3	6	
Rebobinadoras para rollos pequeños	—	—	1	2	
Sala de escogido (revisadores)	—	—	25	40	
Obreros del transporte	—	—	12	18	
Planta purificadora de agua y sala de bombas	1	1	3	3	
Lubricadores	1	2	3	6	
Calderas	2	2	6	6	
Central eléctrica	1	1	3	3	
Taller de reparaciones	—	—	20	25	
Total			133	203	
Nº de obreros calificados contenidos en el total			60	78	
<i>Sueldos anuales:</i>					
(Obreros calificados: 6.000 pesos)			Miles de pesos	625	928
(Obreros no calificados: 4.000 pesos)			Miles de dólares	50,0	74,2
(Revisadores: 3.000 pesos)					

Anexo 16
PROYECTO DE YUCATAN
COSTO DE LA MANO DE OBRA POR TONELADA DE CELULOSA
(Pesos mexicanos)
(1 dólar = 12,50 pesos mexicanos)

	<i>Celulosa sin blanquear</i>								<i>Celulosa blanqueada</i>							
	<i>Tamaño de la fábrica</i>								<i>Tamaño de la fábrica</i>							
	<i>50 tons/día</i>		<i>100 tons/día</i>		<i>200 tons/día</i>		<i>300 tons/día</i>		<i>50 tons/día</i>		<i>100 tons/día</i>		<i>200 tons/día</i>		<i>300 tons/día</i>	
	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>
<i>Fabricación:</i>																
Mano de obra calificada	31	12,40	35	7,00	38	3,80	43	2,87	42	16,80	45	9,00	48	4,80	58	3,87
Mano de obra no calificada	38	10,12	48	6,40	67	4,47	101	4,50	47	12,50	61	8,13	89	5,95	126	5,68
Total	69	22,52	83	13,40	105	8,27	144	7,37	89	29,30	106	17,13	137	10,75	184	9,55
Horas-hombre/tonelada		11,04		6,64		4,20		3,84		14,24		8,48		5,48		4,91
<i>Servicios de la fábrica:</i>																
Mano de obra calificada	9	3,60	9	1,80	9	0,90	9	0,45	9	3,60	9	1,80	9	0,90	9	0,45
Mano de obra no calificada	23	6,14	31	4,13	43	2,87	52	2,31	27	7,18	35	4,66	48	3,20	58	2,57
Total	32	9,74	40	5,93	52	3,77	61	2,76	36	10,78	44	6,46	57	4,10	67	3,02
Horas-hombre/tonelada		5,12		3,20		2,08		1,63		5,76		3,52		2,28		1,79
<i>Reparaciones:</i>																
Mano de obra calificada	10	4,00	12	2,40	15	1,50	17	1,13	10	4,00	12	2,40	15	1,50	20	1,33
Mano de obra no calificada	10	2,67	13	1,73	15	1,00	18	0,80	13	3,47	16	2,13	19	1,26	20	0,89
Total	20	6,67	25	4,13	30	2,50	35	1,93	23	7,47	28	4,53	34	2,76	40	2,22
Horas-hombre/tonelada		3,20		2,00		1,20		0,93		3,68		2,24		1,36		1,07
Total general	121	38,93	148	23,46	187	14,54	240	12,06	148	47,55	178	28,12	228	17,61	291	14,79
Horas-hombre/tonelada		19,3		11,3		7,5		6,3		23,7		14,4		9,2		7,8
Equivalente en dólares		3,11		1,88		1,16		0,96		3,80		2,25		1,41		1,18

Anexo 17
PROYECTO DE YUCATAN
COSTO DE LA MANO DE OBRA POR TONELADA DE PAPEL
(Pesos mexicanos por tonelada de papel)
(1 dólar = 12.50 pesos mexicanos)

	<i>Fábrica no integrada</i>				<i>Fábrica integrada Papel sin blanquear</i>				<i>Fábrica integrada Papel blanqueado</i>			
	<i>Tamaño de la fábrica</i>				<i>Tamaño de la fábrica</i>				<i>Tamaño de la fábrica</i>			
	<i>50 tons/día</i>		<i>100 tons/día</i>		<i>50 tons/día</i>		<i>100 tons/día</i>		<i>50 tons/día</i>		<i>100 tons/día</i>	
	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>	<i>No.</i>	<i>Costo</i>
<i>Fabricación</i>												
<i>Sección Celulosa</i>												
Mano de obra calificada	—	—	—	—	24	9,60	27	5,40	36	14,40	39	7,80
Mano de obra no calificada	—	—	—	—	24	6,36	29	3,85	32	8,50	40	5,33
<i>Sección Papel</i>												
Mano de obra calificada	38	15,20	56	11,20	32	12,80	45	9,00	32	12,80	45	9,00
Mano de obra no calificada	17	4,52	39	5,18	16	4,25	39	5,18	16	4,25	39	5,18
Revisadores	22	4,40	35	3,50	22	4,40	35	3,50	22	4,40	35	3,50
Total	77	24,12	130	19,88	118	37,41	175	26,93	138	44,35	198	30,81
Horas-hombre/tonelada		12,32		10,40		18,88		14,00		22,08		15,84
<i>Servicios de la fábrica</i>												
Mano de obra calificada	12	4,80	12	2,40	12	4,80	15	3,00	12	4,80	15	3,00
Mano de obra no calificada	24	6,38	36	4,78	35	9,30	49	6,53	37	9,85	51	6,80
Total	36	11,18	48	7,18	47	14,10	64	9,53	49	14,65	66	9,80
Horas-hombre/tonelada		5,76		3,84		7,52		5,12		7,84		5,28
<i>Reparaciones</i>												
Mano de obra calificada	10	4,00	10	2,00	15	6,00	19	3,80	16	6,40	20	4,00
Mano de obra no calificada	10	2,66	15	2,00	15	4,00	21	2,80	17	4,53	25	3,33
Total	20	6,66	25	4,00	30	10,00	40	6,60	33	10,93	45	7,33
Horas-hombre/tonelada		3,20		2,00		4,80		3,20		5,28		3,60
Total general	133	41,96	203	31,06	195	61,51	279	43,06	220	69,93	309	47,94
Horas-hombre/tonelada		21,3		16,2		31,2		22,3		35,1		24,7
Equivalente en dólares		3,36		2,48		4,92		3,44		5,59		3,84

Anexo 18

PROYECTO DE YUCATAN.
INVERSION EN LA VIVIENDA: FABRICA DE CELULOSA
(Miles de pesos mexicanos, salvo indicación en contrario)

	Costo unitario por hombre	Tamaño de la fábrica							
		50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
		Sin. bl.	bl.	Sin. bl.	bl.	Sin. bl.	bl.	Sin. bl.	bl.
Director Gerente	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Gerente de la fábrica	50	—	—	—	—	50	50	50	50
Superintendente de la fábrica	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Superintendente auxiliar	35	—	—	—	—	35	35	35	35
Químico Jefe	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Jefe de Talleres	30	30	30	30	30	60	60	60	60
Capataces	25	175	175	175	175	200	200	300	300
Químicos de turno, Ayudantes de laboratorio y Dibujantes	15	90	90	105	105	135	135	165	165
Secretario	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Contador Jefe	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Oficinistas y mecanógrafos	15	75	75	120	120	150	150	180	180
Jefes de bodega, Ayudantes de jefes de bodega y Oficinistas	15	45	45	45	45	60	60	75	75
Porteros y mensajeros	8	40	40	40	40	50	50	55	55
Personal administrativo y supervisor (total)		665	665	725	725	950	950	1.130	1.130
Obreros calificados	20	1.000	1.220	1.120	1.320	1.240	1.440	1.380	1.740
Obreros no calificados	12	850	1.044	1.104	1.344	1.500	1.872	2.052	2.478
Total		2.515	2.929	2.949	3.389	3.690	4.262	4.562	5.318
Equivalente en miles de dólares		201	234	236	271	295	341	365	425

Anexo 19

PROYECTO DE YUCATAN
INVERSION EN LA VIVIENDA: FABRICA DE PAPEL

(Miles de pesos mexicanos salvo indicación en contrario)

	Fábrica de papel integrada								Fábrica de papel no integrada					
	Costo unitario	Tamaño de la fábrica				Tamaño de la fábrica				Costo unitario	Tamaño de la fábrica			
		50 tons/día		100 tons/día		50 tons/día		100 tons/día			50 tons/día		100 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	No.	Total	No.	Total		
Director Gerente	70	1	70	1	70	1	70	1	70	70	1	70	1	70
Gerente de la fábrica	50	1	50	1	50	1	50	1	50	50	1	50	1	50
Superintendente de la fábrica	40	—	—	—	—	—	—	—	—	40	1	40	1	40
Superintendente auxiliar	35	1	35	1	35	1	35	1	35	35	1	35	1	35
Químico jefe	35	1	35	1	35	1	35	1	35	30	1	30	2	60
Jefe del taller mecánico	30	1	30	1	30	1	30	1	30	25	3	75	3	75
Jefe del taller de electricidad	30	1	30	1	30	1	30	1	30	25	1	25	1	25
Capataces	25	11	275	11	275	12	300	12	300	25	3	75	3	75
Químicos de turno	15	3	45	3	45	3	45	3	45	15	3	45	4	60
Ayudante de laboratorio y dibujantes	15	4	60	4	60	6	90	6	90	35	1	35	1	35
Secretario	35	1	35	1	35	1	35	1	35	30	1	30	1	30
Contador jefe	30	1	30	1	30	1	30	1	30	15	5	75	8	120
Oficinistas, mecanógrafos, jefes de bodega	15	9	135	9	135	14	210	14	210	15	3	45	3	45
Porteros y mensajeros	8	6	50	6	50	7	55	7	55	8	5	40	6	50
Personal administrativo y supervisor (total)			880		880		1,055		1,055			670		770
Obreros calificados	20	83	1,700	96	1,920	106	2,120	119	2,380	20	60	1,200	78	1,560
Obreros no calificados	12	90	1,080	102	1,224	138	1,656	155	1,860	12	51	612	90	1,080
Revisadores	—	22	—	22	—	35	—	35	—	—	22	—	35	—
Total	—		3,660		4,024		4,831		5,295			2,482		3,410
Equivalente en miles de dólares			290		322		386		424			199		273

PROYECTO DE YUCATAN

INVERSIONES Y COSTOS GENERALES PROVENIENTES DEL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA POBLACION

Las siguientes son sólo estimaciones y se basan en la hipótesis de que de cada mil habitantes de la comunidad, doscientos trabajan en los bosques o en la fábrica. Los proyectos de vivienda para estos operarios se calculan por separado y se cargan a la fábrica y al departamento de bosques respectivamente.

	Inversiones				
	(Miles de dólares)				
	(Número de habitantes)				
	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000
Caminos, parques, etc.	90	160	280	520	900
Viviendas para profesores, médicos y obreros	16	32	60	110	185
Escuelas	8	16	30	50	80
Hospital (15 camas/1.000)	10	20	35	60	70
Medios de recreación	20	40	70	120	200
Tiendas, restaurantes, etc.	10	20	35	60	70
Agua potable	6	12	20	35	60
Electricidad	14	25	45	80	150
Imprevistos	16	25	45	85	135
Inversión total	190	350	620	1.120	1.850

Costos anuales de inversión					
(Dólares)					
	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000
Depreciación caminos, etc.	3.000	5.400	9.500	19.500	30.000
Depreciación vivienda, escuelas, hospitales, tiendas, restaurantes, etc.	3.200	6.400	11.500	20.000	30.000
Depreciación agua potable, central eléctrica	2.000	3.700	6.500	11.500	21.000
Total, depreciación:	8.200	15.500	27.500	51.000	81.000
Interés, 8 por ciento el primer año	15.200	28.000	49.600	89.600	148.000
Interés, promedio	7.600	14.000	24.800	44.800	74.000
Costo promedio total	15.800	29.500	52.300	95.800	155.000

Costo anual de funcionamiento					
(Dólares)					
	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000
Reparación de caminos, parques, etc.	2.300	4.000	7.000	13.000	22.000
Reparación de escuelas, hospitales, etc.	1.400	2.900	5.000	8.700	12.500
Suministro de energía eléctrica	3.500	6.500	12.500	22.000	42.000
Agua	500	1.000	1.800	3.400	6.500
Sueldos profesores, médicos, etc.	13.000	26.000	49.000	92.000	160.000
Imprevistos	2.300	4.000	6.700	12.900	22.000
Total	23.000	44.400	82.000	152.000	265.000
Costo anual total	38.800	73.900	134.300	247.800	420.000

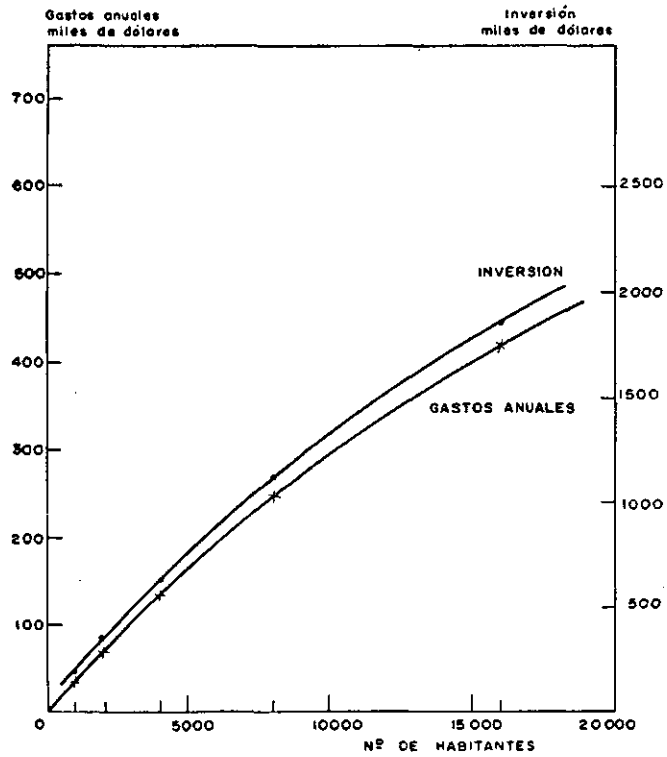
Costos sociales (provenientes del establecimiento y mantenimiento de la población)

	Tamaño de la fabr. tons/día	No. de obreros	Total de habitantes	Costos anuales (miles de dólares)	Costos por tonelada (dólares)
Fábrica de celulosa sin blanquear	50	600	3.000	102	6,80
idem	100	1.100	5.500	165	5,50
idem	200	2.030	10.150	303	5,05
idem	300	2.960	14.800	400	4,45
Fábrica de celulosa blanqueada	50	700	3.500	117	7,80
idem	100	1.200	6.000	192	6,40
idem	200	2.250	11.250	328	5,45
idem	300	3.280	16.400	425	4,70
Fábrica integrada de celulosa sin blanquear	50	710	3.550	125	8,35
idem	100	1.290	6.450	205	6,85
Fábrica integrada de celulosa blanqueada	50	810	4.050	137	9,15
idem	100	1.460	7.300	230	7,65
Fábrica de papel no integrada*	50	165	825	—	—
idem	100	240	1.200	—	—

NOTA: En el número de obreros se incluye el personal que trabaja en las explotaciones forestales, el administrativo y el supervisor, etc.

* La fábrica de papel no integrada debería construirse cerca de los principales centros de consumo en donde ya existen los servicios sociales.

Anexo 21
PROYECTO DE YUCATAN
GASTOS GENERALES EN LA POBLACION



PROYECTO DE YUCATAN
INVERSION EN LA FABRICA DE CELULOSA
(Miles de dólares)

Rubro	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
1. Patio de almacenamiento de troncos	100	100	115	115	125	125	230	230
2. Departamento de preparación de la madera y silos para la madera troceada	310	310	435	435	540	540	735	735
3. Sala de lejiado y difusores	380	380	435	435	690	690	965	965
4. Departamento de primera depuración	205	205	365	365	510	510	660	660
5. Departamento de blanqueo	—	250	—	360	—	470	—	580
6. Planta electrolítica y preparación del licor de blanqueo	—	525	—	640	—	735	—	830
7. Almacén de sal	—	4	—	5	—	6	—	7
8. Departamento de segunda depuración	—	77	—	120	—	160	—	212
9. Máquina secadora de pasta	275	275	450	450	825	825	1.190	1.190
10. Almacén de pasta	12	12	15	15	17	17	19	19
11. Planta evaporadora y recuperación de la soda	795	795	1.000	1.000	1.220	1.220	1.830	1.830
12. Almacén de sulfatos	12	12	15	15	17	17	19	19
13. Departamento de caustificación	212	212	405	405	575	575	760	760
14. Red de cañerías entre los distintos edificios	58	68	77	92	106	121	126	140
15. Motores y cables eléctricos	116	145	190	230	330	375	445	500
16. Material aislante y carpintería	17	20	23	26	30	34	37	41
17. Planta purificadora de agua y sala de bombas	130	130	190	190	345	345	450	450
18. Generadores de vapor y energía	500	595	600	750	675	950	735	1.095
19. Maquinaria del taller y reparaciones	155	155	175	175	190	190	210	210
20. Equipo de la estación de bombas de incendio	25	25	25	25	25	25	25	25
21. Equipo de laboratorio	15	15	20	20	20	20	20	20
22. Equipo de oficina	20	20	25	25	30	30	40	40
23. Excavación y trazado del terreno	125	130	170	180	235	250	310	330
24. Costo del flete	265	290	350	375	485	510	685	735
25. Costo del montaje	200	250	270	365	370	485	560	710
26. Administración durante el montaje	62	62	100	100	140	140	160	160
27. Costo de los edificios, tinas, etc.	970	1.210	1.170	1.410	1.600	1.900	2.170	2.550
28. Vivienda para el personal administrativo y obrero (fábrica de celulosa)	200	235	235	270	295	340	365	425
29. Líneas férreas en el recinto de la fábrica y al puerto	1.215	1.215	1.255	1.255	1.295	1.295	1.330	1.330
30. Puerto	100	100	200	200	250	250	300	300
31. Gastos imprevistos	131	148	160	192	205	250	274	327
32. Honorarios ingenieros	345	430	440	520	555	600	750	875
Inversión total	6.950	8.400	8.900	10.750	11.700	14.000	15.400	18.300
Equivalente en miles de pesos mexicanos	87.000	105.000	111.000	134.000	146.000	175.000	193.000	229.000

NOTAS:

Rubros 1-16: Los costos se han tomado del resumen de costos preparados por A. B. Karlstads Mekaniska Werkstad y se han convertido en dólares al tipo de cambio de 5,18 coronas suecas por dólar y en pesos mexicanos al tipo de 2,42 pesos mexicanos por corona sueca.

Rubro 17: Este rubro de costo se ha elevado en 35 por ciento en vista de que el agua provendría de pozos artesianos y de que el agua subterránea es dura.

Rubro 18: Este rubro se aumentó en las cantidades que se indican a continuación debido a la ampliación del turbogenerador y de la capacidad de la caldera, realizada con el fin de lograr que la planta electrolítica se autoabastezca de energía. (Sólo para la pasta blanqueada):

	Tamaño de la fábrica, toneladas por día			
	50	100	200	300
Energía, KW	750	1.500	3.000	4.500
Costo adicional (dólares):				
Caldera	15.000	25.000	35.000	40.000
Turbogenerador	25.000	50.000	90.000	125.000
Total	40.000	75.000	125.000	165.000

Rubros 19-22: Tomados del resumen de costos de A. B. Karlstads Mekaniska Werkstad.

Rubro 23: Los costos que figuran en el resumen citado en la nota anterior para la unidad de 50 toneladas son, aparentemente, inexactos. Se corrigieron convirtiéndolos en 750 y 775 mil coronas suecas, respectivamente.

Rubro 24: Se agregaron tarifas de flete (estimadas) para la maquinaria adicional en las instalaciones generadoras de vapor y energía.

Rubro 25: Según los cálculos hechos por Karlstads Mekaniska Werkstad, más un costo adicional por la instalación generadora de energía.

Rubro 26: Según la información recibida en Colonia Yucatán, el costo de construcción podrá variar entre 150 a 200 pesos por m³ de superficie, es decir, unos 50 pesos por m³ (6 dólares). Debido al aumento de precio que se observa actualmente en México, se ha agregado un 35 por ciento con lo que se obtiene un costo total de construcción de 8 dólares por m³. El volumen de construcción se ha obtenido de las cifras suministradas por Karlstads Mekaniska Werkstad.

Rubro 27: Según datos proporcionados por la firma citada en la nota anterior.

Rubro 28: Véanse los datos sobre inversión en la vivienda.

Rubro 29: Las líneas férreas dentro del recinto de la fábrica se han calculado conforme a las cifras dadas por Karlstads Mekaniska Werkstad. El costo de construcción del ferrocarril Colonia Yucatán-El Cuyo (37) km se ha estimado a razón de 30.000 dólares por kilómetro.

Rubro 30: Cifras estimadas aplicadas a las condiciones locales. Instalaciones portuarias sólo para barcos con capacidad máxima de 1.000 toneladas.

Anexo 23

PROYECTO DE YUCATAN
INVERSION EN FABRICAS DE PAPEL NO INTEGRADAS E INTEGRADAS
(Miles de dólares)

Rubro	Fábrica no integrada		Fábrica integrada			
	Tamaño de la fábrica toneladas/día		Tamaño de la fábrica, toneladas/día			
	50	100	Sin bl.	50 bl.	100 Sin bl.	100 bl.
1. Maquinaria de la fábrica de celulosa	—	—	2.016	2.874	2.761	3.886
2. Maquinaria de la fábrica de papel	1.930	2.900	1.850	1.850	2.820	2.820
3. Motores y cables eléctricos	145	232	240	270	395	425
4. Red de cañerías entre los distintos edificios	30	40	87	97	117	130
5. Material aislante y carpintería	17	23	33	35	43	45
6. Planta purificadora de agua y sala de bombas	100	125	185	185	335	335
7. Calderas y Depto. de turbinas a vapor	515	650	680	760	810	980
8. Maquinaria del taller de reparación	155	175	175	175	195	195
9. Equipo de la bomba de incendios	23	23	23	23	23	23
10. Equipo de laboratorio	15	15	20	20	20	20
11. Equipo de oficina	20	23	23	23	29	29
12. Excavación y trazado del terreno	60	100	160	165	220	230
13. Costo del flete	115	155	370	385	465	485
14. Costo del montaje	115	155	290	350	385	485
15. Administración durante el montaje	54	93	105	105	180	180
16. Costo de los edificios, tinas, etc.	805	1.160	1.130	1.460	1.720	1.970
17. Viviendas para el personal administrativo y obrero	200	275	290	320	385	425
18. Líneas férreas en el recinto de la fábrica y al puerto	1.215	1.215	1.255	1.255	1.295	1.295
19. Puerto	100	200	200	200	250	250
20. Honorarios ingenieros	275	400	470	540	640	720
21. Gastos imprevistos	111	141	163	223	247	302
Costo total	6.000	8.100	9.865	11.315	13.335	15.230
Equivalente en miles de pesos mexicanos	75.000	101.000	123.000	141.000	167.000	190.000

NOTAS:

Rubros 1 - 5: Los costos se han tomado del resumen de costos de Karlstads Mekaniska Werkstad.

Rubro 6: Los costos se han aumentado en 35 por ciento respecto de los calculados por Karlstads Mekaniska Werkstad.

Rubro 7: Debido a la ampliación del turbogenerador y al aumento de la capacidad de la caldera, este rubro se ha aumentado de la siguiente manera para permitir el autoabastecimiento de energía:

	Fábrica no integrada		Fábrica integrada			
	Tamaño de la fábrica toneladas/día		Tamaño de la fábrica, toneladas/día			
	50	100	Sin bl.	50 bl.	100 Sin bl.	100 bl.
Energía KW	750	1.500	850	1.650	1.700	3.300
Aumento de la capacidad de la caldera (dólares)	25.000	45.000	30.000	45.000	45.000	90.000
Ampliación del turbogenerador (dólares)	45.000	85.000	50.000	90.000	90.000	180.000
Total	70.000	130.000	80.000	135.000	135.000	270.000

Rubros 8 - 15: De las cifras de Karlstad Mekaniska Werkstad.

Rubro 16: Calculado a base de los volúmenes de edificación y un costo de construcción de 8 dólares por m.²

Rubro 17: Véanse los datos sobre inversión en la vivienda.

Rubro 18: Las líneas férreas en el recinto de la fábrica se calcularon basándose en las cifras de Karlstads. El ferrocarril a El Cuyo se estimó en 30.000 dólares por km.

Rubro 19: Se calculó según las condiciones locales. Instalaciones portuarias para barcos de una capacidad máxima de mil toneladas.

Anexo 24

PROYECTO DE YUCATAN
CAPITAL TOTAL NECESARIO: FABRICA DE CELULOSA

(Miles de dólares)

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
1. Maquinaria, flete, montaje, etc.	3.989	5.062	5.440	6.903	7.500	9.365	10.211	12.493
2. Equipo forestal	240	300	469	544	913	1.073	1.464	1.719
3. Honorarios de los ingenieros, etc.	340	430	440	520	555	600	748	875
Total	4.569	5.792	6.349	7.967	8.968	11.038	12.423	15.087
4. Edificios, tinas, etc.	970	1.210	1.170	1.410	1.600	1.900	2.170	2.550
5. Líneas férreas, puerto, etc.	1.315	1.315	1.455	1.455	1.545	1.545	1.630	1.630
6. Trabajo forestal preparatorio y caminos principales	412	412	784	784	1.524	1.524	2.260	2.260
7. Proyecto de vivienda, fábrica	200	235	235	270	295	340	365	425
8. Proyecto de vivienda, departamento forestal	383	433	778	853	1.548	1.693	2.310	2.534
9. Imprevistos	191	213	269	311	420	480	602	674
10. Inversiones sociales generales	490	575	820	880	1.360	1.470	1.770	1.880
Total	3.961	4.393	5.511	5.963	8.292	8.952	11.107	11.953
11. Costos de inversión durante {moneda extranjera	545	695	760	955	1.075	1.325	1.490	1.810
12. el período de construcción {moneda local	475	525	660	715	995	1.075	1.330	1.435
Total	1.020	1.220	1.420	1.670	2.070	2.400	2.820	3.245
13. Capital de trabajo, fábrica	610	720	910	1.060	1.460	1.700	2.070	2.370
14. Capital de trabajo, departamento forestal	30	35	55	65	115	130	180	200
Total	640	755	965	1.125	1.575	1.830	2.250	2.570
15. Total general	10.190	12.160	14.245	16.725	20.905	24.220	28.600	32.855
Cantidad de moneda extranjera contenida en el total general	5.114	6.487	7.109	8.922	10.043	12.363	13.913	16.897
Porcentaje de moneda extranjera incluido en el total general	50,0	53,3	49,1	53,3	48,0	50,1	48,6	51,4

Anexo 25

PROYECTO DE YUCATAN
CAPITAL TOTAL NECESARIO: FABRICAS DE PAPEL

(Miles de dólares)

	<i>Fábricas no integradas</i>		<i>Fábricas integradas</i>					
	<i>Tamaño de la fábrica, tons/día</i>		<i>Tamaño de la fábrica, tons/día</i>					
	50	100	Sin bl.	50	bl.	Sin bl.	100	bl.
1. Maquinarias, fletes, administración durante el montaje, etc.	3.119	4.454	5.807	6.800	8.223	9.553		
2. Equipo forestal	—	—	300	353	559	649		
3. Honorarios de los ingenieros	275	400	470	540	640	720		
Total	3.394	4.854	6.577	7.693	9.522	10.922		
4. Excavación, montaje, edificios, tinas, etc.	980	1.415	1.680	1.975	2.325	2.685		
5. Líneas férreas, puerto, etc.	1.315	1.415	1.455	1.455	1.545	1.545		
6. Trabajos forestales preparatorios y caminos principales.	—	—	412	412	784	784		
7. Proyecto de vivienda: fábrica	205	280	295	325	390	425		
8. Proyecto de vivienda: departamento forestal.	—	—	429	464	849	914		
9. Imprevistos	105	135	220	286	360	425		
10. Gastos sociales generales	—	—	550	630	950	1.165		
Total	2.605	3.245	5.041	5.547	7.203	7.943		
11. Costos invers. {mon. extranj.	403	586	789	924	1.143	1.310		
12. período constr. {mon. local	313	390	605	665	864	953		
Total	716	976	1.394	1.589	2.007	2.263		
13. Capital de trabajo: fábrica	970 ^a	1.490 ^a	870	980	1.340	1.500		
14. Capital de trabajo: departamento forestal.	—	—	33	36	63	72		
Total	970	1.490	903	1.016	1.403	1.572		
Total general.	7.685	10.565	13.915	15.845	20.135	22.700		
Cantidad de moneda extranjera en el total general	3.797	5.430	7.366	8.617	10.665	12.232		
Porcentaje de moneda extranjera en el total general	49.4	51.4	52.9	54.4	53.0	53.9		

^a Se refiere a pasta sin blanquear.

Anexo 26
PROYECTO DE YUCATAN
COSTOS DE INVERSIÓN: FABRICA DE CELULOSA

I. Depreciación^a

Maquinaria, honorarios de los ingenieros, gastos imprevistos, 10 años. Edificios, tinas, etc., 20 años. Puerto, ferrocarriles, etc., 30 años.

	<i>Tamaño de la fábrica, toneladas/día</i>							
	⁵⁰		¹⁰⁰		²⁰⁰		³⁰⁰	
	Sin. bl.	bl.	Sin. bl.	bl.	Sin. bl.	bl.	Sin. bl.	bl.
Inversión:								
Maquinaria, fáb. de celulosa ^b	3,144	4,122	4,405	5,718	6,215	7,805	8,731	10,653
Maquinaria, servicio de la fábrica	845	940	1,035	1,185	1,285	1,560	1,480	1,840
Edificios, tinas, etc.	970	1,210	1,170	1,410	1,600	1,900	2,170	2,550
Vivienda	200	235	235	270	295	340	365	425
Líneas férreas y puerto	1,315	1,315	1,455	1,455	1,545	1,545	1,630	1,630
Gastos imprevistos.	131	148	160	192	205	250	276	327
Honorarios de los ingenieros	345	430	440	520	555	600	748	875
Total (miles de dólares)	6,950	8,400	8,900	10,750	11,700	14,000	15,400	18,300
Costos de inversión:								
Maquinaria, fábrica de celulosa	20,95	27,50	14,70	19,10	10,35	13,00	9,70	11,85
Maquinaria, servicios de la fábrica	5,65	6,25	3,45	3,95	2,15	2,60	1,65	2,05
Edificios, tinas, etc.	3,25	4,05	1,95	2,35	1,35	1,60	1,20	1,40
Vivienda	0,65	0,80	0,40	0,45	0,25	0,30	0,20	0,25
Ferrocarril, puerto.	2,90	2,95	1,60	1,60	0,85	0,85	0,60	0,60
Gastos imprevistos.	0,85	1,00	0,55	0,65	0,35	0,40	0,30	0,35
Honorarios de los ingenieros	2,25	2,85	1,50	1,75	0,90	1,00	0,85	0,95
Total (dólares/ton.)	36,50	45,40	24,15	29,85	16,20	19,75	14,50	17,45

2. Amortización de los costos de inversión durante el montaje

Se supone que las necesidades de capital se originan paulatinamente durante los primeros tres años, tiempo que se calcula para poner en marcha la fábrica

Tasa de interés: 8 por ciento.

Cap. necesario ^c (miles de dólares)	8,530	10,185	11,860	13,930	17,260	19,990	23,530	27,040
Costo de inversión (miles de dólares)	1,030	1,220	1,420	1,670	2,070	2,400	2,820	3,245
Dólares p/ton. durante 10 años	6,85	8,15	4,75	5,55	3,45	4,00	3,15	3,60

3. Interés sobre el capital fijo^d

Tasa de interés: 8 por ciento

Primer año	37,05	44,30	23,75	28,65	15,60	18,65	13,70	16,25
Promedio durante el periodo de depreciación	18,50	22,40	11,90	14,30	7,80	9,30	6,85	8,10

4. Interés sobre el capital de trabajo (sólo el de la fábrica)

Se ha estimado que el capital de trabajo es equivalente al valor de cuatro meses de producción.

Valor en dólares por tonelada	122	144	91	106	73	85	69	79
Valor de la producción de cuatro meses en miles de dólares	610	720	910	1,060	1,460	1,700	2,070	2,370
Interés por tonelada de celulosa	3,30	3,85	2,40	2,80	1,95	2,25	1,85	2,10

5. Seguro

El seguro se ha calculado en 1 por ciento de la maquinaria, edificios y repuestos (5 por ciento de la maquinaria)

Gasto anual en miles de dólares	56,3	67,3	70,7	87,7	97,1	120,0	131,9	160,0
Dólares p/ton. de pasta	3,75	4,50	2,35	2,90	1,60	2,00	1,45	1,75

Costos de inversión totales por tonelada de celulosa

Depreciación	36,50	45,40	24,15	29,85	16,20	19,75	14,50	17,45
Amortización de los costos de inversión	6,85	8,15	4,75	5,55	3,45	4,00	3,15	3,60
Interés sobre el capital fijo	18,50	22,40	11,90	14,30	7,80	9,30	6,85	8,10
Interés sobre el capital de trabajo	3,30	3,85	2,40	2,80	1,95	2,25	1,85	2,10
Seguro	3,75	4,50	2,35	2,90	1,60	2,00	1,45	1,75
Total (dólares/ton.)	68,90	84,30	45,55	55,40	31,00	37,30	27,80	33,00

^a La depreciación del equipo forestal se ha cargado al costo de la madera para celulosa.

^b Incluye flete, montaje, etc.

^c Véase inversión.

^d El interés sobre el capital necesario para la explotación forestal se ha cargado al costo de la madera para celulosa.

PROYECTO DE YUCATAN
COSTOS DE INVERSION: FABRICAS DE PAPEL INTEGRADAS Y NO INTEGRADAS

1. Depreciación

Maquinaria, honorarios de los ingenieros y gastos imprevistos, 10 años. Edificios, tinas, etc., 20 años. Puerto, ferrocarriles, etc., 30 años.

	Fábricas no integradas		Fábricas integradas			
	Tamaño de la fábrica, tons/día		Tamaño de la fábrica, tons/día			
	50	100	50		100	
			Sin. bl.	bl.	Sin. bl.	bl.
Inversión:						
Maquinaria de la fábrica de celulosa y papel	2.466	3.698	5.151	6.129	7.386	8.686
Maquinaria de los servicios de la fábrica . . .	828	1.011	1.106	1.188	1.412	1.582
Edificios, tinas, etc.	805	1.160	1.230	1.460	1.720	1.970
Vivienda	200	275	290	320	385	425
Ferrocarril y puerto	1.315	1.415	1.455	1.455	1.545	1.545
Honorarios de los ingenieros	275	400	470	540	640	720
Gastos imprevistos ¹	111	141	163	223	247	302
Total (miles de dólares)	6.000	8.100	9.865	11.315	13.335	15.230
Costos de inversión:						
Maquinaria de la fábrica de celulosa y papel	16,45	12,30	34,34	40,86	24,62	28,95
Maquinaria de los servicios de la fábrica . . .	5,50	3,35	7,35	7,90	4,70	5,25
Edificios, tinas, etc.	2,70	1,95	4,10	4,90	2,85	3,30
Vivienda	0,65	0,45	0,95	1,05	0,65	0,70
Ferrocarril y puerto	2,90	1,60	3,25	3,25	1,70	1,70
Honorarios de los ingenieros	1,85	1,35	3,15	3,60	2,15	2,40
Gastos imprevistos	0,75	0,45	1,10	1,50	0,80	1,00
Total (dólares/ton)	30,80	21,45	54,24	63,06	37,47	43,30

2. Amortización de los costos de inversión durante el montaje

Se supone que las necesidades de capital se originan paulatinamente durante los primeros tres años, tiempo que se calcula para poner en marcha la fábrica.

Tasa de interés: 8 por ciento.

Capital necesario (miles de dólares)	6.000	8.100	11.617	13.240	16.725	18.860
Costo de inversión	720	972	1.394	1.589	2.007	2.263
Dólares p/ton. durante 10 años	4,80	3,24	9,29	10,60	6,69	7,54

3. Interés sobre el capital fijo

Tasa de interés: 8 por ciento.

Primer año	32,00	21,60	52,61	60,53	35,56	40,63
Promedio durante el período de depreciación . . .	16,00	10,80	26,30	30,27	17,78	20,32

4. Interés sobre el capital de trabajo

Se estima que el capital de trabajo equivale a cuatro meses de producción.

	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Valor en dólares por tonelada	194	216	149	165	174	196	134	150
Valor de la producción en miles de dólares	970	1.080	1.490	1.650	870	980	1.340	1.500
Interés: 8 por ciento	5,20	5,80	4,00	4,40	4,65	5,25	3,55	4,00

5. Seguro

El seguro se ha calculado en 1 por ciento de la maquinaria, edificios y repuestos (5 por ciento de la maquinaria)

Gastos por año: miles de dólares	44,7	63,8	83,9	97,7	118,4	136,7
Dólares por tonelada de celulosa	3,00	2,10	5,60	6,50	3,95	4,55

Costos de inversión totales por tonelada de papel

Depreciación	30,80	21,45	54,24	63,06	37,47	43,30
Amortización de los costos de inversión	4,80	3,24	9,29	10,60	6,69	7,54
Interés sobre el capital fijo	16,00	10,80	26,30	30,27	17,78	20,32
Interés sobre el capital de trabajo	5,20 ^a	4,00 ^a	4,65	5,25	3,55	4,00
Seguro	3,00	2,10	5,60	0,50	3,95	4,55
Total (dólares/ton)	59,80	41,59	100,08	115,68	69,44	79,71
Para papel blanqueado agréguese	0,60	0,40				
	60,40	41,99				

^a Se refiere a celulosa sin blanquear.

Anexo 28

PROYECTO DE AMAPA
INVERSION: EXPLOTACION FORESTAL

(A) Miles de dólares
(B) Miles de cruceros

	Cantidad de madera, toneladas por año																			
	60,000 tons.				120,000 tons.				240,000 tons.				360,000 tons. (Opción 1)				360,000 tons. (Opción 2)			
	Madera para celulosa		Leña		Madera para celulosa		Leña		Madera para celulosa		Leña		Madera para celulosa		Leña		Madera para celulosa		Leña	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
Trabajos preparatorios generales	40	—	—	—	40	—	—	—	40	—	—	—	40	—	—	—	40	—	—	—
Caminos principales . .	27	1.776	—	—	54	3.552	—	—	109	7.104	—	—	163	10.656	—	—	196	12.787	—	—
Equipo	334	—	218	—	624	—	435	—	1.223	—	914	—	1.927	—	1.484	—	2.167	—	1.723	—
Capital de trabajo ^a . .	27	1.964	17	950	52	3.768	36	1.910	104	7.520	78	3.934	166	11.579	128	6.264	192	11.738	154	6.395
Gastos imprevistos y varios	43	374	23	95	77	732	47	191	148	1.462	99	393	230	2.224	161	626	259	2.453	188	640
Vivienda	—	17.072	—	8.901	—	33.308	—	17.734	—	66.744	—	36.162	—	102.140	—	56.598	—	102.140	—	56.598
Total	471	21.186	258	9.946	847	41.358	518	19.835	1.624	82.830	1.091	40.489	2.526	126.599	1.773	63.488	2.854	129.118	2.065	63.633
Miles de dólares	1.133		569		2.139		1.137		4.211		2.356		6.483		3.756		6.889		4.052	

^a Producción de dos meses.

Anexo 29

PROYECTO DE AMAPA
ESTIMACION DEL EQUIPO NECESARIO: EXPLOTACION FORESTAL

(Miles de dólares, salvo indicación en contrario)^a

	Cantidad de madera, toneladas por año									
	60,000		120,000		240,000		360,000 (Opción 1)		360,000 (Opción 2)	
	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña
Niveladora (pequeña)	28 (2)	—	28 (2)	—	28 (2)	—	42 (3)	—	42 (3)	—
Niveladora (grande)	—	—	22 (1)	—	44 (2)	—	66 (3)	—	66 (3)	—
Tractor de oruga D8 ^b	64 (2)	—	96 (3)	—	160 (5)	—	224 (7)	—	224 (7)	—
Tractor de oruga D6	96 (4)	96 (4)	192 (8)	192 (8)	384 (16)	384 (16)	576 (24)	576 (24)	720 (30)	720 (30)
Tractor de oruga D4	48 (3)	48 (3)	96 (6)	96 (6)	192 (12)	192 (12)	288 (18)	288 (18)	352 (22)	352 (22)
Camiones de 5 toneladas y accesorios	39 (6)	39 (6)	78 (12)	78 (12)	195 (30)	195 (30)	390 (60)	390 (60)	390 (60)	390 (60)
Vehículos varios	15 (5)	6 (2)	30 (10)	12 (4)	60 (20)	24 (8)	90 (30)	36 (12)	90 (30)	36 (12)
Equipos varios (15 por ciento)	44	29	82	57	160	119	251	194	283	225
Total	334	218	624	435	1.223	914	1.927	1.484	2.167	1.723

^a Las cifras entre paréntesis denotan el número de unidades necesarias.

^b Se necesitan solamente durante la construcción de las carreteras.

Anexo 30

PROYECTO DE AMAPA.
PERSONAL FORESTAL NECESARIO Y SUELDOS ANUALES CORRESPONDIENTES
(Miles de crueros, salvo indicación en contrario)

	Sueldo por hombre	Cantidad de madera, toneladas por año															
		60.000		120.000		240.000		360.000									
		Madera para celulosa No. tot/año	Leña Sueldos No. tot/año	Madera para celulosa No. tot/año	Leña Sueldos No. tot/año	Madera para celulosa No. tot/año	Leña Sueldos No. tot/año	Madera para celulosa No. tot/año	Leña Sueldos No. tot/año								
<i>Administración central</i>																	
Director forestal	420	—	—	1	420	—	—	1	420	—	—						
Subdirector	312	1	312	—	—	—	—	1	312	—	—						
Auxiliar administrativo	216	1	216	—	—	—	—	—	—	—	—						
Capataces	84	2	168	1	84	2	168	3	252	1	84						
Contador	132	1	132	—	—	1	132	2	264	1	132						
Oficinistas, mecanógrafas	42	3	126	1	42	4	168	6	252	4	168						
Mensajeros	14,4	2	28,8	2	28,8	4	57,6	5	72	4	57,6						
Total		10	982,8	4	154,8	13	1.161,6	6	328,8	18	1.572	10	441,6	23	1.970,4	13	672
<i>Dirección de los trabajos forestales</i>																	
Jefe de corta	180	1	180	—	—	2	360	—	—	4	720	—	—	6	1.080	—	—
Jefes de patio	96	5	480	1	96	10	960	2	192	20	1.920	4	384	30	2.880	6	576
Jefes de cuadrilla	72	10	720	2	144	20	1.440	4	288	40	2.880	8	576	60	4.320	12	864
Contador	72	1	72	—	—	2	144	—	—	4	288	—	—	6	432	—	—
Oficinistas	48	4	192	2	96	8	384	4	192	16	768	8	384	24	1.152	12	576
Total		21	1.644	5	336	42	3.288	10	672	84	6.576	20	1.344	126	9.864	30	2.016
<i>Personal</i>																	
Obreros no calificados	24	156	3.744	98	2.352	312	7.488	196	4.704	630	15.120	398	9.552	960	23.040	612	14.688
Obreros calificados de primera categoría	60	21	1.260	10	600	42	2.520	20	1.200	90	5.400	46	2.760	150	9.000	84	5.940
Obreros calificados de segunda categoría	36	23	828	14	504	46	1.656	28	1.008	92	3.312	56	2.016	138	4.968	84	3.024
Total		200	5.832	122	3.456	400	11.644	244	6.912	812	23.832	500	14.328	1.248	37.008	780	23.562
Total general		231	8.458,8	131	3.946,8	455	16.093,6	260	7.912,8	914	31.980	530	16.113,6	1.397	48.842,4	823	26.250

Anexo 31

PROYECTO DE AMAPA
INVERSION EN LA VIVIENDA: EXPLOTACION FORESTAL

(Miles de crueros)

	Costo unitario por hombre	Cantidad de madera en toneladas por año							
		60.000		120.000		240.000		360.000	
		Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña	Madera para celulosa	Leña
Administración central									
Director forestal	256	—	—	256	—	256	—	256	—
Subdirector	182	182	—	—	—	182	—	182	—
Auxiliar administrativo	176	176	—	—	—	—	—	176	—
Capataces	128	256	128	256	128	384	128	512	256
Contador	144	144	—	144	144	288	144	288	288
Oficinistas, mecanógrafas	77	231	77	308	154	462	308	616	308
Mensajeros	42	84	84	168	84	210	168	252	210
Total		1.073	289	1.308	510	1.782	748	2.282	1.062
Dirección de los trabajos forestales									
Jefe de corta	160	160	—	320	—	640	—	960	—
Jefes de patio	144	720	144	1.440	288	2.880	576	4.320	864
Jefes de cuadrilla	128	1.280	256	2.560	512	5.120	1.024	7.680	1.536
Contador	112	112	—	224	—	448	—	672	—
Oficinistas	77	308	154	616	308	1.232	616	1.848	924
Total		2.580	554	5.160	1.108	10.320	2.216	15.480	3.324
Personal									
Obreros no calificados	58	9.048	5.684	18.096	11.368	36.540	23.084	55.680	35.496
Obreros calificados de 1ª categoría	103	2.163	1.030	4.326	2.060	9.270	4.738	15.450	8.652
Obreros calificados de 2ª categoría	96	2.208	1.344	4.416	2.688	8.832	5.376	13.248	8.064
Total		13.419	8.058	26.838	16.116	54.642	33.198	84.378	52.212
Total general		17.072	8.901	33.306	17.734	66.744	36.162	102.140	56.598

Anexo 32

PROYECTO DE AMAPA
COSTO DE LA MADERA

(A) Dólares por tonelada
(B) Crueros por tonelada

	60.000 toneladas de madera por año			
	Madera para celulosa		Leña	
	(A)	(B)	(A)	(B)
Mano de obra				
Obreros no calificados	—	62,40	—	39,20
Obreros calificados de 1ª categoría	—	21,90	—	10,00
Obreros calificados de 2ª categoría	—	13,80	—	8,40
Administración central y dirección de los trabajos forestales	—	43,80	—	8,20
Total		141,00		65,80
Gastos de funcionamiento				
Combustibles, reparaciones y repuestos	1,09	12,60	0,74	8,40
Gastos de inversión				
Amortización inversión general	0,06	1,19	0,01	0,05
Amortización equipo	1,25	—	0,80	—
Amortización vivienda	—	14,20	—	7,40
Interés sobre capital fijo	0,30	12,80	0,16	6,00
Interés sobre capital de trabajo	0,04	2,62	0,02	1,27
Total	1,65	30,81	0,99	14,72
Total general	2,74	184,41	1,73	88,92
Total dólares		8,50		4,51

Anexo 32 (continuación)

	120.000 toneladas de madera por año			
	Madera para celulosa		(A)	Leña
	(A)	(B)		(B)
Mano de obra				
Obreros no calificados	—	62,40	—	39,20
Obreros calificados de 1ª categoría	—	21,90	—	10,00
Obreros calificados de 2ª categoría	—	13,80	—	8,40
Administración central y dirección de los trabajos forestales	—	37,00	—	8,35
Total		134,20		65,95
Gastos de funcionamiento				
Combustibles, reparaciones y repuestos	1,09	12,10	0,79	8,75
Gastos de inversión				
Amortización inversión general	0,05	1,19	0,01	0,05
Amortización equipo	1,17	—	0,80	—
Amortización vivienda	—	13,90	—	7,40
Interés sobre capital fijo	0,26	12,50	0,16	5,97
Interés sobre capital de trabajo	0,03	2,51	0,22	1,27
Total	1,51	30,10	0,99	14,69
Total general	2,60	176,40	1,78	89,39
Total dólares		8,11		4,57

	240.000 toneladas de madera por año			
	Madera para celulosa		(A)	Leña
	(A)	(B)		(B)
Mano de obra				
Obreros no calificados	—	63,00	—	39,80
Obreros calificados de 1ª categoría	—	22,50	—	11,50
Obreros calificados de 2ª categoría	—	13,80	—	8,40
Administración central y dirección de los trabajos forestales	—	33,90	—	7,45
Total		133,20		67,15
Gastos de funcionamiento				
Combustibles, reparaciones y repuestos	1,15	12,20	0,91	9,55
Gastos de inversión				
Amortización inversión general	0,04	1,19	0,01	0,05
Amortización equipo	1,13	—	0,84	—
Amortización vivienda	—	13,90	—	7,50
Interés sobre capital fijo	0,25	12,51	0,17	6,09
Interés sobre capital de trabajo	0,03	2,50	0,02	1,31
Total	1,45	30,10	1,04	14,95
Total general	2,60	175,50	1,95	91,65
Total dólares		8,08		4,81

	360.000 toneladas de madera por año (Opción 1)			
	Madera para celulosa		(A)	Leña
	(A)	(B)		(B)
Mano de obra				
Obreros no calificados	—	64,00	—	40,80
Obreros calificados de 1ª categoría	—	25,00	—	16,50
Obreros calificados de 2ª categoría	—	13,80	—	8,40
Administración central y dirección de los trabajos forestales	—	32,90	—	7,45
Total		135,70		73,15
Gastos de funcionamiento				
Combustibles, reparaciones y repuestos	1,26	13,10	1,04	10,50
Gastos de inversión				
Amortización inversión general	0,04	1,19	0,02	0,06
Amortización equipo	1,17	—	0,86	—
Amortización vivienda	—	14,20	—	7,85
Interés sobre capital fijo	0,26	12,80	0,18	6,35
Interés sobre capital de trabajo	0,04	2,57	0,03	1,39
Total	1,51	30,76	1,09	15,65
Total general	2,77	179,56	2,13	99,30
Total dólares		8,38		5,23

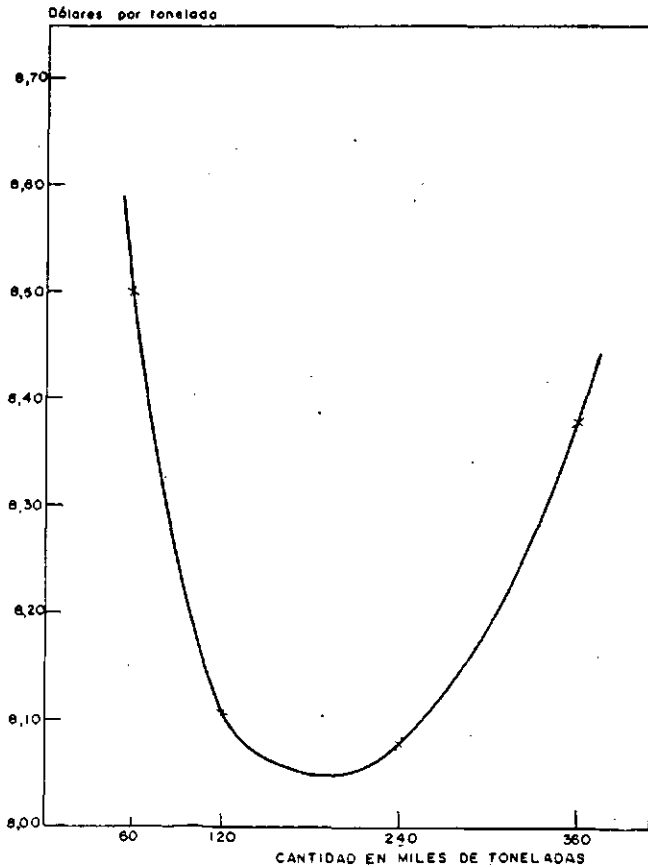
NOTA: (A) = dólares
(B) = cruceros

	360.000 toneladas de madera por año (Opción 2)			
	Madera para celulosa		Leña	
	(A)	(B)	(A)	(B)
Mano de obra				
Obreros no calificados	—	64,00	—	40,80
Obreros calificados de 1ª categoría	—	25,00	—	16,50
Obreros calificados de 2ª categoría	—	13,80	—	8,40
Administración central y dirección de los trabajos forestales	—	32,90	—	7,45
Total		135,70		73,15
Gastos de funcionamiento				
Combustibles, reparaciones y repuestos	1,48	15,25	1,26	12,65
Gastos de inversión				
Amortización inversión general	0,05	1,41	0,02	0,06
Amortización equipo	1,33	—	1,04	—
Amortización vivienda	—	14,20	—	7,85
Interés sobre capital fijo	0,30	13,05	0,21	6,35
Interés sobre capital de trabajo	0,04	2,61	0,03	1,42
Total	1,72	31,27	1,30	15,68
Total general	3,20	182,22	2,56	101,48
Total dólares		8,89		5,73

NOTA: (A) = dólares
(B) = cruceros

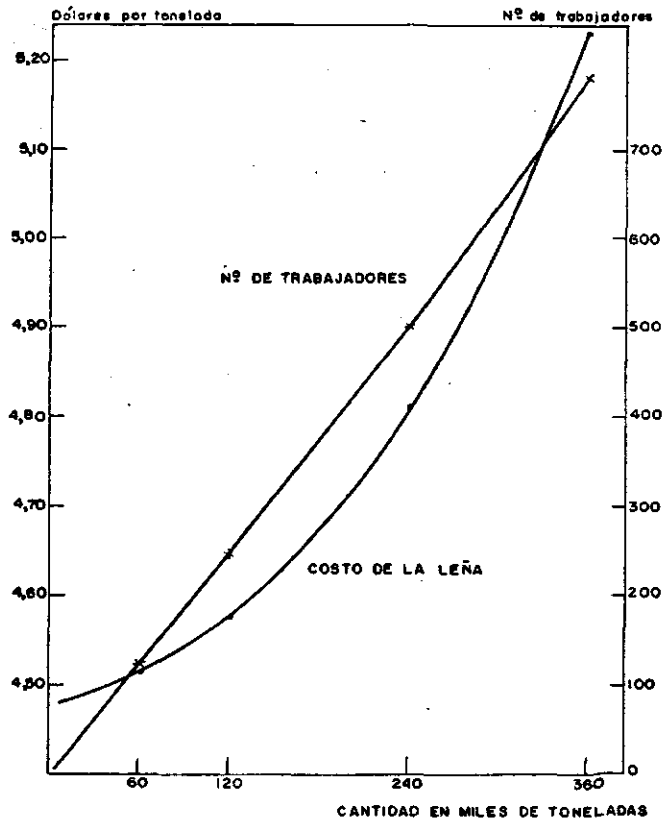
Anexo 33

PROYECTO DE AMAPA
CORTE DE LA MADERA PARA CELULOSA



Anexo 34

PROYECTO DE AMAPA
CORTE DE LA LEÑA Y PERSONAL NECESARIO
PARA SU EXTRACCION



Anexo 35

PROYECTO DE AMAPA
COSTO Y POSIBILIDADES DE ABASTECIMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS Y EL COMBUSTIBLE

I. Piedra caliza

En la región de Amapá se desconocen los yacimientos de piedra caliza de calidad y tamaño aceptables. El yacimiento más cercano que puede tomarse en cuenta está cerca de Monte Alegre, a unos 450 kilómetros de Macapá agua arriba del Amazonas.

Estimación del costo puesto en fábrica	Dólares por tonelada	Cruceros por tonelada
Costo del laboreo	2,00	64,00 ^a
Transporte hasta Monte Alegre	2,00	64,00 ^a
Transporte fluvial hasta Puerto Santana	8,00	256,00 ^a
Transporte por ferrocarril hasta Puerto Platón	3,00	96,00 ^a
Costo total puesto en fábrica	15,00	480,00

2. Sulfato de sodio

No hay sulfato de sodio disponible en la región y la fábrica tendría que depender de las importaciones. Debido a las grandes cantidades de mineral de manganeso que se exportan anualmente a los Estados Unidos desde Porto Santana, el flete de retorno sería módico.

Estimación del costo puesto en fábrica	Dólares por tonelada	Cruceros por tonelada
Precio f.o.b. Nueva York (abril 1954)	21,00	1.714,00 ^b
Flete (estimado)	20,00	640,00 ^a
Flete, Santana-Porto Platón	3,00	96,00 ^a
15 por ciento derechos de importación	3,20	100,00 ^a
Costo total puesto en fábrica	47,20	2.550,00

3. Azufre

No existe una producción nacional digna de mención, de modo que para la producción de celulosa tendría que dependerse de las importaciones.

Estimación del costo puesto en fábrica	Dólares por tonelada	Cruceros por tonelada
Precio f.o.b. (puerto norteamericano en el Golfo, abril 1954)	33,00	1.765,00 ^c
Flete, Estados Unidos-Porto Santana	20,00	640,00 ^a
Flete, Santana-Porto Platón	3,00	96,00 ^a
15 por ciento derechos de importación	5,00	160,00 ^a
Costo total puesto en fábrica	61,00	2.661,00

^a Tipo de cambio de paridad 1 dólar = 32,00 cruceros.
^b Mercadería de 4ª categoría, tipo de cambio 1 dólar = 81,60 cruceros.
^c Mercadería de 3ª categoría, tipo de cambio 1 dólar = 53,50 cruceros.

4. Sal

Se produce en el noreste del país. En abril de 1954 una tonelada costaba 1.000 cruceros ó 32 dólares al tipo de cambio de paridad, en la región de São Paulo. En Porto Santana su precio sería más bajo y se calcula en 700 cruceros ó 22,40 dólares la tonelada. Su precio puesto fábrica puede estimarse en 25,50 dólares o sea en unos 800 cruceros.

5. Sulfato de aluminio

Estimación del costo puesto en fábrica	Dólares por tonelada	Cruceros por tonelada
Precio f.o.b.	46,00	2.460,00
Flete Estados Unidos-Porto Santana	20,00	640,00 ^a
Flete fábrica en Santana	3,50	112,00 ^a
15 por ciento derechos de importación	6,90	221,00
Costo total puesto en fábrica	76,40	3.433,00

6. Caolín

Estimación del costo puesto en fábrica	Dólares por tonelada	Cruceros por tonelada
Precio f.o.b.	16,00	856,00 ^b
Flete Estados Unidos-Porto Santana	20,00	640,00 ^a
Flete fábrica en Santana	3,50	112,00 ^a
15 por ciento derechos de importación	2,50	80,00 ^a
Costo total puesto en fábrica	42,00	1.688,00

7. Resina sintética

Probablemente tendría que importarse.

Estimación del costo puesto en fábrica	Dólares por tonelada	Cruceros por tonelada
Precio f.o.b. (abril 1954)	220,00	11.770,00 ^b
Flete, Estados Unidos-Porto Santana	20,00	640,00 ^a
Flete Porto Santana-Porto Platón	3,50	112,00 ^a
15 por ciento derechos de importación	33,00	1.056,00 ^a
Costo total puesto en fábrica	276,50	13.578,00

8. Petróleo combustible

Importado. En abril de 1954 la tonelada costaba 860 cruceros ó 36 dólares al tipo de cambio que rige para la categoría I (1 dólar = 24 cruceros). El precio puesto en fábrica se calcula en 40 dólares ó 960 cruceros la tonelada.

9. Leña

Véanse los anexos 33 y 34.

Anexo 36

PROYECTO DE AMAPA
RECALCINACION DE LOS LODOS DE CAL^a
(Dólares por tonelada de cal viva)

Rubro	Cantidad	Costo unitario	Con petróleo combustible	Con leña
Lodos de cal	—	—	—	—
Piedra caliza	110 kg	0,015	1,65	—
idem	165 kg	0,015	—	2,50
Petróleo combustible	200 kg	0,040	8,00	—
Leña	1,37 tons	4,50	—	6,35
Energía eléctrica	25 KWH	0,015	0,38	—
idem	40 KWH	0,015	—	0,60
Mano de obra (horas-hombre)	1,05	0,60	0,63	—
idem	3,15	0,60	—	1,90
Reparaciones	—	—	0,60	1,20
Depreciación e intereses 10 años, 8 por ciento	—	—	1,90	2,45
Costo total por tonelada de cal			13,16	14,80

^a Cálculos basados en una producción anual de 7.500 toneladas al año.

Conclusiones

1. Para el proyecto de Amapá se ha escogido un horno rotatorio a petróleo.
2. Podría instalarse también un horno rotatorio de recal-

cinación en la fábrica de celulosa de 50 toneladas diarias de capacidad ya que el costo probable de la cal de 13,16 + 1,90 = 15,06 es inferior al previsto para el mercado.

Anexo 37

PROYECTO DE AMAPA
PERSONAL ADMINISTRATIVO Y SUPERVISOR NECESARIO Y SUELDOS ANUALES CORRESPONDIENTES: FABRICA DE CELULOSA
(Miles de crueros)

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	No.	Sueldos tot. /año	No.	Sueldos tot. /año	No.	Sueldos tot. /año	No.	Sueldos tot. /año
Director Gerente	1	600	1	670	1	775	1	850
Director de la fábrica	—	—	—	—	5	530	1	570
Superintendente de la fábrica	1	360	1	400	1	430	1	500
Superintendente auxiliar	—	—	—	—	1	290	1	290
Químico jefe	1	220	1	220	1	240	1	290
Superintendente taller mecánico	1	220	1	220	1	220	1	240
Superintendente taller de electricidad	—	—	—	—	1	220	1	240
Jefes de turno, producción	3	288	3	288	3	288	6	596
Jefe taller mecánico	1	96	1	96	1	96	2	192
Jefe taller de electricidad	1	96	1	96	1	96	1	96
Jefe calderas	—	—	—	—	1	115	1	115
Jefe patio almacenamiento de madera	1	96	1	96	1	115	1	115
Jefe de transporte	1	96	1	96	1	115	1	115
Químicos de turno	3	234	3	234	3	234	3	234
Ayudantes de laboratorio	2	84	2	84	3	104	4	126
Dibujantes	1	96	2	192	3	240	4	286
Secretaria	1	220	1	220	1	255	1	290
Contador jefe	1	180	1	180	1	220	1	240
Oficinistas y mecanógrafa	5	210	8	336	10	400	12	460
Jefe de bodega	1	96	1	96	1	115	1	115
Ayudante del jefe de bodega y oficinistas	2	84	2	84	3	120	4	144
Cargadores	3	87	3	87	3	87	3	87
Mensajeros	2	30	2	30	3	45	4	60
Total sueldos/año	(32)	3.393	(36)	3.725	(46)	5.350	(56)	6.251
Equivalente en miles de dólares		106,0		116,4		167,2		195,3

Anexo 38

PROYECTO DE AMAPA
PERSONAL ADMINISTRATIVO Y SUPERVISOR NECESARIO Y SUELDOS ANUALES CORRESPONDIENTES: FABRICAS DE PAPEL
(Miles de cruceros, salvo indicación en contrario)^a

	Fábrica integrada				Fábrica no integrada			
	Tamaño de la fábrica 50 tons/día		100 tons/día		Tamaño de la fábrica 50 tons/día		100 tons/día	
	No.	Sueldos totales /año	No.	Sueldos totales /año	No.	Sueldos totales /año	No.	Sueldos totales /año
Director Gerente	1	600	1	600	1	600	1	670
Gerente de la fábrica	1	450	1	450	1	450	1	450
Superintendente de la fábrica	—	—	1	360	1	360	1	400
Superintendente auxiliar	1	300	1	300	—	—	—	—
Químico Jefe	1	220	1	220	1	220	1	220
Jefe de talleres	2	480	2	480	1	240	2	440
Capataces de turno	6	576	6	576	3	288	3	288
Capataces	5	480	6	576	4	384	4	384
Ayudantes de laboratorio	2	84	3	122	2	84	2	84
Dibujantes	2	192	3	238	1	96	2	192
Secretaria	1	220	1	220	1	220	1	220
Contador Jefe	1	220	1	220	1	180	1	180
Químico de turno	3	234	3	234	—	—	—	—
Oficinistas y mecanógrafas	6	252	10	400	5	210	8	336
Jefes de bodega	1	84	1	84	1	84	1	84
Ayudantes de los jefes de bodega y oficinistas	2	84	3	120	2	84	2	84
Porteros	3	90	3	90	3	87	3	87
Mensajeros	3	45	4	60	2	30	3	45
Total sueldos/año	(41)	4.611	(51)	5.350	(30)	3.617	(36)	4.164
Equivalente en miles de dólares		144,1		167,2		113,0		130,1

^a 1 dólar = 32,00 cruceros

Anexo 39
PROYECTO DE AMAFA
NUMERO DE OBREROS. FABRICA DE CELULOSA

(A) Número total
(B) Obreros calificados

	Por ocho horas								Por día								Por ocho horas								Por día							
	Tamaño de la fábrica, toneladas por día				Tamaño de la fábrica, toneladas por día				Tamaño de la fábrica, toneladas por día				Tamaño de la fábrica, toneladas por día				Tamaño de la fábrica, toneladas por día				Tamaño de la fábrica, toneladas por día											
	50		100		50		100		200		300		200		300		200		300		200		300									
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.								
(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)									
Patio de almacenamiento de troncos	10	2	10	2	12	2	12	2	20	4	20	4	24	4	24	4	16	4	16	4	20	4	20	4								
Departamento de preparación de la madera	4	2	6	2	5	2	8	3	8	4	12	4	10	4	16	6	6	2	10	3	8	3	16	3								
Sala de lejiado	3	1	3	1	3	1	3	1	9	3	9	3	9	3	9	3	3	1	3	1	4	1	4	1								
Difusores	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	3	1	3	1								
Departamento de primera depuración	1	1	1	1	2	1	2	1	3	3	3	3	6	3	6	3	3	2	3	2	4	2	4	2								
Departamento de blanqueo	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	3	3	—	—	3	3	—	—	2	1	—	—	2	1								
Planta electrolítica y preparación del licor de blanqueo	—	—	4	1	—	—	5	2	—	—	12	3	—	—	15	6	—	—	6	2	—	—	8	2								
Departamento de segunda depuración	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	3	3	—	—	3	3	—	—	1	1	—	—	1	1								
Máquina secadora de pasta	5	2	5	2	8	2	8	2	15	6	15	6	24	6	24	6	12	3	12	3	16	4	16	4								
Almacén de pasta	3	1	3	1	4	1	4	1	9	3	9	3	12	3	12	3	5	1	5	1	6	1	6	1								
Departamento de caustificación	1	1	1	1	2	1	2	1	3	3	3	3	6	3	6	3	3	1	3	1	4	1	4	1								
Planta evaporadora	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1								
Recuperación de la soda	4	1	4	1	4	1	4	1	12	3	12	3	12	3	12	3	6	1	6	1	6	1	6	1								
Recuperación y transporte de la cal	2	1	2	1	4	1	4	1	6	3	6	3	12	3	12	3	6	1	6	1	8	2	8	2								
Almacenes de productos químicos	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	4	1	3	1	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—								
Planta purificadora de agua y sala de bombas	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	2	1	2	1								
Servicios generales	—	—	—	—	—	—	—	—	10	1	12	1	14	1	16	1	—	—	—	—	—	—	—	—								
Obreros de transporte	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	15	—	20	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
Taller de reparaciones	—	—	—	—	—	—	—	—	25	12	30	14	30	15	35	18	—	—	—	—	—	—	—	—								
Calderas	3	1	3	1	3	1	3	1	9	3	9	3	9	3	9	3	4	2	4	2	4	2	4	2								
Central eléctrica	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	2	1	2	1								
Número de obreros (total y calificados)									159	61	189	72	203	64	238	81									275	83	320	99	345	94	405	109
Sueldos anuales:																																
(Obreros calificados, miles de crucesos)									2.196	2.592	2.304	2.916									2.999	3.560	3.380	3.924								
(Obreros no calificados, idem)									2.352	2.808	3.886	3.768									4.608	5.328	6.024	7.104								
(Obreros calificados, miles de dólares)									68,6	81,0	72,0	91,1									93,4	111,4	105,8	122,6								
(Obreros no calificados, idem)									73,5	89,3	105,8	119,3									144,0	166,5	188,3	222,0								

Anexo 40
PROYECTO DE AMAPA
NUMERO DE OBREROS: FABRICA INTEGRADA

(A) Número total
(B) Obreros calificados

	Por 8 horas								Por día							
	Tamaño de la fábrica				Tamaño de la fábrica				Tamaño de la fábrica				Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día		100 tons/día		50 tons/día		100 tons/día		50 tons/día		100 tons/día		50 tons/día		100 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
Patio almacenamiento de troncos	10	2	10	2	12	2	12	2	20	4	20	4	24	4	24	4
Departamento preparación madera	4	2	6	2	5	2	8	3	8	4	12	4	10	4	16	66
Sala de lejiado	3	1	3	1	3	1	3	1	9	3	9	3	9	3	9	3
Difusores	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Departamento primera depuración	1	1	1	1	2	1	2	1	3	3	3	3	6	3	6	3
Departamento de blanqueo	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	3	3	—	—	3	3
Planta electrolit. y prepar. licor blanqueo	—	—	4	1	—	—	5	2	—	—	12	3	—	—	15	6
Departamento segunda depuración	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	3	3	—	—	3	3
Departamento caustificación y horno cal	3	2	3	2	6	2	6	2	9	6	9	6	18	6	18	6
Planta evaporadora	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Recuperación de soda	4	1	4	1	4	1	4	1	12	3	12	3	12	3	12	3
Almacenes productos químicos	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	5	1	5	1	6	1
Sala de refino	1	1	1	1	2	1	2	1	3	3	3	3	6	3	6	3
Departamento preparación encolados	1	1	1	1	2	1	2	1	3	3	3	3	6	3	6	3
Máquina papelerá	6	3	6	3	9	4	9	3	18	9	18	9	27	12	27	12
Rebobinadoras	3	3	3	3	6	4	6	4	9	9	9	9	18	12	18	12
Cortadora duplex	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8
Enfardadoras	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	10	—	10	—
Empaquetadoras de rollos	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	10	—	10	—
Rebobinadoras rollos pequeños	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2	2	2	2
Sala de escogido (revisadores)	—	—	—	—	—	—	—	—	25	3	30	3	40	5	45	5
Obreros de transporte	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	25	—	35	—	35	—
Planta purificad. agua y sala bombas	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Lubricantes	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	6	6	6	6
Servicios generales	—	—	—	—	—	—	—	—	12	1	14	1	16	1	18	1
Calderas	3	1	3	1	3	1	3	1	9	3	9	3	9	3	9	3
Central eléctrica	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Taller reparación	—	—	—	—	—	—	—	—	35	17	40	20	45	22	50	25
Total									236	92	271	104	334	113	374	130

Sueldos anuales:				
(Obreros no calificados: 24.000 cruceros)	Miles de cruceros	6.636	7.590	9.402
(Obreros calificados: 36.000 cruceros)	Miles de dólares	207,4	287,2	293,8
(Revisadores: 18.000 cruceros)				

Anexo 41
PROYECTO DE AMAPA
NUMERO DE OBREROS: FABRICA DE PAPEL NO INTEGRADA

	Por ocho horas		Por día			
	Tamaño de la fábrica		Tamaño de la fábrica		Tamaño de la fábrica	
	50 tons/día	100 tons/día	50 tons/día	100 tons/día	50 tons/día	100 tons/día
	Total	Calificados	Total	Calificados	Total	Calificados
Almacén de pasta	—	—	4	1	5	1
Trituración de fardos	1	2	3	3	6	3
Sala de refino	1	2	3	3	6	6
Departamento de preparación de encolado	1	2	3	3	6	3
Máquina papelerá	6	9	18	9	27	12
Rebobinadores	3	6	9	6	18	12
Cortadora duplex	2	4	4	4	8	8
Enfardadoras	—	—	4	4	6	4
Empaquetadoras de rollos	—	—	3	—	6	—
Rebobinadoras para rollos pequeños	—	—	1	1	2	2
Sala de escogido (revisadores)*	—	—	25	3	40	5
Obreros de transporte	—	—	12	—	18	—
Panta purificadora de agua y sala de bombas	1	1	3	3	3	3
Lubricadores	1	2	3	3	6	3
Servicios generales	—	—	9	—	12	—
Sección calderas	2	2	6	3	6	3
Central eléctrica	1	1	3	3	3	3
Taller de reparación	—	—	20	10	25	10
Total:			133	(59)	203	(78)

Sueldos anuales:			
(Obreros no calificados: 24.000 cruceros)	Miles de cruceros	3.756	5.598
(Obreros calificados: 36.000 cruceros)	Miles de dólares	117,4	174,9
(Revisadores: 18.000 cruceros)			

* Para calidades blanqueadas se necesitan 5 revisadores adicionales.

Anexo 42

PROYECTO DE AMAPA
COSTO DE LA MANO DE OBRA POR TONELADA DE CELULOSA SIN BLANQUEAR
(Cruceros por tonelada de celulosa^a)

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo
Fabricación:								
Mano de obra calificada	39	93,6	39	46,8	49	29,4	57	22,8
Mano de obra no calificada	55	88,0	85	68,0	122	48,8	159	42,4
Total	94	181,6	124	114,8	171	78,2	216	65,2
Horas-hombre/tonelada		15,04		9,92		6,84		5,76
Servicios de la fábrica								
Mano de obra calificada	10	24,0	10	12,0	14	8,4	15	6,0
Mano de obra no calificada	30	48,0	39	31,2	50	20,0	69	18,4
Total	40	72,0	49	43,2	64	28,4	84	24,4
Horas-hombre/tonelada		6,40		3,92		2,56		2,24
Reparaciones								
Mano de obra calificada	12	28,8	15	18,0	20	12,0	22	8,8
Mano de obra no calificada	13	20,8	15	12,0	20	8,0	23	6,1
Total	25	49,6	30	30,0	40	20,0	45	14,9
Horas-hombre/tonelada		4,00		2,40		1,60		1,20
Total general	159	303,2	203	188,0	275	126,6	345	104,5
Horas-hombre/tonelada		25,44		16,24		11,00		9,20
Equivalente en dólares		9,48		5,88		3,96		3,27

^a 1 dólar = 32,00 cruceros.

Anexo 43

PROYECTO DE AMAPA
COSTO DE LA MANO DE OBRA POR TONELADA DE CELULOSA BLANQUEADA
(Cruceros por tonelada de celulosa^a)

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo
Fabricación:								
Mano de obra calificada	48	115,2	53	63,6	63	37,8	69	27,6
Mano de obra no calificada	69	110,4	99	79,2	144	57,6	197	52,5
Total	117	225,6	152	142,8	207	95,4	266	80,1
Horas-hombre/tonelada		18,72		12,16		8,28		7,09
Servicios de la fábrica								
Mano de obra calificada	10	24,0	10	12,0	14	8,4	15	6,0
Mano de obra no calificada	32	51,2	41	32,8	54	21,6	74	19,7
Total	42	75,2	51	44,8	68	30,0	89	25,7
Horas-hombre/tonelada		6,72		4,08		2,72		2,37
Reparaciones								
Mano de obra calificada	14	33,6	18	21,6	22	13,2	25	10,00
Mano de obra no calificada	16	25,6	17	13,6	23	9,2	25	6,7
Total	30	59,2	35	35,2	45	22,4	50	16,7
Horas-hombre/tonelada		4,80		2,80		1,80		1,33
Total general	189	360,0	238	222,8	320	147,8	405	122,5
Horas-hombre/tonelada		30,24		19,04		12,80		10,8
Equivalente en dólares		11,25		6,96		4,62		3,83

^a 1 dólar = 32,00 cruceros.

PROYECTO DE AMAPA
COSTO DE LA MANO DE OBRA POR TONELADA DE PAPEL

(Cruceros por tonelada de papel)^a

	Fábrica no integrada				Fábrica integrada Papel sin blanquear				Fábrica integrada Papel blanqueado			
	Tamaño de la fábrica 50 tons/día		100 tons/día		Tamaño de la fábrica 50 tons/día		100 tons/día		Tamaño de la fábrica 50 tons/día		100 tons/día	
	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo	No.	Costo
Fabricación												
Sección Celulosa												
Mano de obra calificada	—	—	—	—	30	72,0	30	36,0	39	93,6	44	52,8
Mano de obra no calificada	—	—	—	—	41	65,6	60	48,0	55	88,0	74	59,2
Sección Papel												
Mano de obra calificada	37	88,8	56	67,2	32	76,8	45	54,0	32	76,8	45	54,0
Mano de obra no calificada	18	28,8	39	31,2	21	33,6	47	37,6	21	33,6	47	37,6
Revisadores	22	26,4	35	21,0	22	26,4	35	21,0	27	32,4	40	24,0
Total	77	144,0	130	119,4	146	274,4	217	196,6	174	324,4	250	227,6
Horas-hombre/tonelada		12,32		10,40		23,36		17,36		27,84		20,00
Servicios de la fábrica												
Mano de obra calificada	12	28,8	12	14,4	13	31,2	16	19,2	13	31,2	16	19,2
Mano de obra no calificada	24	38,4	36	28,8	42	67,2	56	44,8	44	70,4	58	46,4
Total	36	67,2	48	43,2	55	98,4	72	64,0	57	101,6	74	65,6
Horas-hombre/tonelada		5,76		3,84		8,80		5,76		9,12		5,92
Reparaciones												
Mano de obra calificada	10	24,0	10	12,0	17	40,8	22	26,4	20	48,0	25	30,0
Mano de obra no calificada	10	16,0	15	12,0	18	28,8	23	18,4	20	32,0	25	20,0
Total	20	40,0	25	24,0	35	69,6	45	44,8	40	80,0	50	50,0
Horas-hombre/tonelada		3,20		2,00		5,60		3,60		6,40		4,00
Total general	133	251,2	203	186,6	236	442,2	334	305,4	271	506,0	374	343,2
Horas-hombre/tonelada		21,28		16,24		37,16		26,72		43,36		29,92
Equivalente dólares		7,85		5,83		13,82		9,54		15,81		10,73

^a 1 dólar = 32,00 cruceros

PROYECTO DE AMAPA
INVERSION EN LA VIVIENDA: FABRICA DE CELULOSA

(Miles de dólares)

	Costo unitario por hombre	Tamaño de la fábrica							
		50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
		Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Director gerente	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Gerente de la fábrica	8,0	—	—	—	—	8,0	8,0	8,0	8,0
Superintendente de fábrica	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Superintendente auxiliar	5,5	—	—	—	—	5,5	5,5	5,5	5,5
Químico jefe	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Jefe de talleres	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	9,4	9,4	9,4	9,4
Capataces	4,0	28,0	28,0	28,0	28,0	32,0	32,0	48,0	48,0
Químico de turno, ayudantes de laboratorio y dibujantes	2,4	14,4	14,4	16,8	16,8	21,0	21,6	26,4	26,4
Secretaria	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Contador jefe	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Oficinistas y mecanógrafas	2,4	12,0	12,0	19,2	19,2	24,0	24,0	28,8	28,8
Jefes de bodega, ayudantes del jefe de bodega y oficinistas	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	9,6	9,6	12,0	12,0
Porteros y mensajeros	1,3	6,5	6,5	6,5	6,5	8,1	8,1	8,9	8,9
Personal administrativo y supervisor (total)		100,4	100,4	110,0	110,0	150,6	150,6	179,4	179,4
Obreros calificados	3,2	195,2	230,4	204,8	259,2	265,6	316,8	300,8	348,8
Obreros no calificados	2,0	196,0	238,0	282,0	318,0	384,0	444,0	502,0	592,0
Total		491,6	568,8	596,8	687,2	800,2	911,4	982,2	1.120,2

Ancxo 46

PROYECTO DE AMAPA
INVERSION EN LA VIVIENDA: FABRICA DE PAPEL

(Miles de dólares salvo indicación en contrario)

	Fábrica de papel integrada								Fábrica de papel no integrada					
	Costo unitario	Tamaño de la fábrica 50 tons/día				Tamaño de la fábrica 100 tons/día				Costo unitario	Tamaño de la fábrica			
		Sin bl.		bl.		Sin bl.		bl.			50 tons/día		100 tons/día	
	No.	Total	No.	Total	No.	Total	No.	Total	No.	Total	No.	Total		
Director gerente.	11	1	11,0	1	11,0	1	11,0	1	11,0	11	1	11,0	1	11,0
Gerente de la fábrica.	8	1	8,0	1	8,0	1	8,0	1	8,0	8	1	8,0	1	8,0
Superintendente de la fábrica.	5,7	—	—	—	—	—	—	—	—	5,7	1	5,7	1	5,7
Superintendente auxiliar.	5,5	1	5,5	1	5,5	1	5,5	1	5,5	—	—	—	—	—
Químico jefe.	5,5	1	5,5	1	5,5	1	5,5	1	5,6	5,5	1	5,5	1	5,5
Jefe de talleres.	9,4	2	9,4	2	9,4	2	9,4	2	9,4	4,7	1	4,7	2	9,4
Jefes de turno.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	3	12,0	3	12,0
Capataces.	4,0	11	44,0	11	44,0	12	48,0	12	48,0	8,0	4	16,0	4	16,0
Químicos de turno.	2,4	3	7,2	3	7,2	3	7,2	3	7,2	—	—	—	—	—
Ayudante de laboratorio y dibujantes.	2,4	4	9,6	4	9,6	6	9,6	6	9,6	2,4	3	7,2	4	9,6
Secretaria.	5,5	1	5,5	1	5,5	1	5,5	1	5,5	5,5	1	5,5	1	5,5
Contador jefe.	4,7	1	4,7	1	4,7	1	4,7	1	5,7	4,7	1	4,7	1	4,7
Oficinistas, mecanógrafas, jefes de bodega, etc.	2,4	9	21,6	9	21,6	14	33,6	14	33,6	4,8	8	19,2	11	26,4
Porteros y mensajeros.	1,3	6	8,1	6	8,1	7	8,9	7	8,9	1,3	5	6,5	6	7,8
Personal administrativo y supervisor (total)			140,1		140,1		162,6		162,6			106,0		121,6
Obreros calificados.	3,2	92	294,0	104	333,0	113	362,0	130	416,0	3,2	58	185,6	78	249,6
Obreros no calificados.	2,0	122	244,0	140	280,0	186	372,0	204	408,0	2,0	75	150,0	125	250,0
Revisadores.	—	22	—	27	—	35	—	40	—	—	22	—	35	—
Total: Fábrica de papel			678,1		753,1		896,6		986,6			44,6		621,2

PROYECTO DE AMAPA
INVERSIONES Y COSTOS GENERALES PROVENIENTES DEL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA POBLACION

Las siguientes son sólo estimaciones y se basan en la hipótesis de que de cada mil habitantes de la comunidad, doscientos trabajan en los bosques o en la fábrica. Los proyectos de vivienda para estos operarios se calculan por separado y se cargan a la fábrica y al departamento de bosques respectivamente.

	Inversiones				
	(Miles de dólares)				
	Número de habitantes				
	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000
Caminos, parques, etc.	110	190	335	625	1,100
Viviendas para profesores, médicos y obreros	30	60	110	210	350
Escuelas	15	30	56	95	150
Hospitales (15 camas/1000)	20	40	65	110	130
Medios de recreación	35	70	130	220	375
Tiendas, restaurantes, etc.	20	40	65	110	130
Agua potable	10	20	35	65	110
Electricidad	17	30	55	95	180
Imprevistos	23	35	64	125	195
Inversión total	280	515	915	1.655	2.720

	Costos anuales de inversión				
	(Dólares)				
Depreciación, caminos, etc.	3.700	6.300	11.000	21.000	37.000
Depreciación, viviendas, escuelas, hospitales, tiendas, restaurantes, etc.	6.000	12.000	21.300	37.200	56.800
Depreciación, agua potable, central eléctrica	2.700	5.000	9.000	16.000	29.000
Total depreciación	12.400	23.300	41.300	74.200	122.800
Interés, 8 por ciento el primer año	22.400	41.200	73.200	132.400	217.600
Interés, promedio	11.200	20.600	36.600	66.200	108.800
Costo promedio total	23.600	43.900	77.900	140.400	231.600

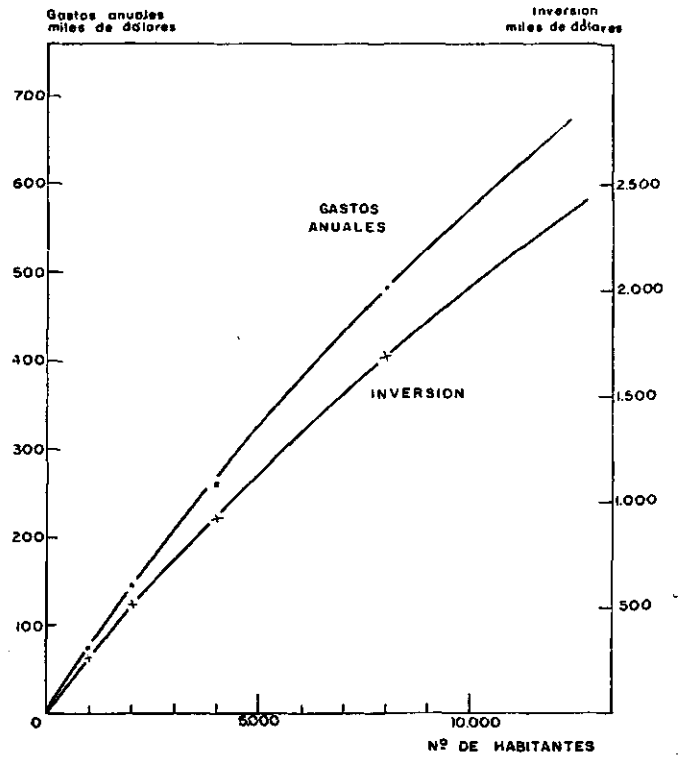
	Costo anual de funcionamiento				
	(Dólares)				
Reparación de caminos, parques, etc.	4.100	7.200	12.000	23.000	40.000
Reparación de escuelas, hospitales, etc.	2.500	5.200	9.000	16.000	22.500
Suministro de electricidad	7.000	13.000	25.000	44.000	84.000
Agua	600	1.200	2.200	4.000	7.500
Sueldos, profesores, médicos, etc.	32.000	65.000	120.000	230.000	400.000
Imprevistos	4.800	8.400	13.800	25.000	46.000
Total	51.000	100.000	182.000	342.000	600.000
Costo anual total	74.600	143.900	259.900	482.400	831.600

Costos sociales (provenientes del establecimiento y mantenimiento de la población)

	Tamaño de la fábrica tons/día	No. de obreros	Total de habitan- tes	Costos anuales (miles de dólares)	Costos por tonelada (dólares)
Fábrica de celulosa sin blanquear	50	470	2.350	165	11,00
idem	100	785	3,925	255	8,50
idem	200	1.400	7.000	425	7,08
idem	300	2.040	10.200	600	6,67
Fábrica de celulosa blanqueada	50	550	2.750	187	12,47
idem	100	880	4.400	280	9,33
idem	200	1.570	7.850	465	7,75
idem	300	2.275	11.375	660	7,33
Fábrica integrada de celulosa sin blanquear	50	570	2.850	192	12,80
idem	100	945	4.725	300	10,00
Fábrica integrada de celulosa blanqueada	50	650	3.250	218	14,53
idem	100	1.050	5.250	328	10,93
Fábrica de papel no integrada ^a	50	180	900	—	—
idem	100	260	1.300	—	—

^a La fábrica de papel no integrada debería construirse cerca de los principales centros de consumo en donde ya existen servicios sociales.

PROYECTO DE AMAPA
GASTOS GENERALES EN LA POBLACION



Anexo 49
PROYECTO DE AMAPA
INVERSION EN LA FABRICA DE CELULOSA
(Miles de dólares)

Rubro	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
1. Patio de almacenamiento de troncos	100	100	115	115	125	125	230	230
2. Departamento de preparación de la madera y silos para la madera troceada	310	310	435	435	540	540	735	735
3. Sala de lejiado y difusores	380	380	435	435	690	690	965	965
4. Departamento de primera depuración	205	205	355	355	510	510	660	660
5. Departamento de blanqueo	—	250	—	360	—	470	—	580
6. Planta electrolítica y preparación del licor de blanqueo	—	525	—	640	—	735	—	830
7. Almacén de sal	—	4	—	5	—	6	—	7
8. Departamento de segunda depuración	—	77	—	120	—	160	—	212
9. Máquina secadora de pasta	275	275	450	450	825	825	1.190	1.190
10. Almacén de pasta	12	12	15	15	17	17	19	19
11. Planta evaporadora y recuperación de la soda	795	795	1.000	1.000	1.220	1.220	1.830	1.830
12. Almacén de sulfatos	12	12	15	15	17	17	19	19
13. Departamento de caustificación	212	212	405	405	575	575	760	760
14. Red de cañerías entre los distintos edificios	58	68	77	92	106	121	126	140
15. Motores y cables eléctricos	116	145	190	230	330	375	445	500
16. Material aislante y carpintería	17	20	23	26	30	34	37	41
17. Planta purificadora de agua y sala de bombas	100	100	146	146	265	265	346	346
18. Generadores de vapor y energía	500	565	600	700	675	840	735	945
19. Maquinaria del taller de reparaciones	155	155	175	175	190	190	210	210
20. Equipo de la estación de bombas de incendio	25	25	25	25	25	25	25	25
21. Equipo de laboratorio	15	15	20	20	20	20	20	20
22. Equipo de oficina	20	20	25	25	30	30	40	40
23. Excavación y trazado del terreno	160	166	218	230	301	320	397	422
24. Costo del flete marítimo	265	290	350	375	485	510	685	735
Costo del flete local	60	65	80	85	110	115	150	160
25. Costo del montaje	250	313	338	456	463	606	700	888
26. Administración durante el montaje	80	80	129	129	181	181	206	206
27. Costo de los edificios, tinas, etc.	2.200	2.744	2.654	3.198	3.629	4.309	4.922	5.783
28. Vivienda para el personal administrativo y obrero (fábrica de celulosa)	492	569	597	687	800	911	982	1.120
29. Líneas férreas en el recinto de la fábrica	750	750	775	775	799	799	821	821
30. Honorarios de los ingenieros	380	475	485	570	610	715	820	960
31. Gastos imprevistos	136	148	158	186	202	254	275	321
Inversión total	8.080	9.870	10.290	12.480	13.770	16.510	18.350	21.720

Anexo 50

PROYECTO DE AMAPA
INVERSION EN FABRICAS DE PAPEL NO INTEGRADAS E INTEGRADAS

(Miles de dólares)

	Fábricas no integradas		Fábricas integradas			
	Tamaño de la fábrica		Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día	100 tons/día	50 tons/día	100 tons/día	50 tons/día	100 tons/día
			Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
1. Maquinaria de la fábrica de celulosa			2.104	2.960	2.929	4.054
2. Maquinaria de la fábrica de papel	1.930	2.900	1.850	1.850	2.820	2.820
3. Motores y cables eléctricos	145	232	240	270	395	425
4. Red de cañerías entre los distintos edificios	30	40	87	97	117	130
5. Material aislante y carpintería	17	23	33	35	43	45
6. Planta purificadora de agua y sala de bombas	70	88	130	130	235	235
7. Calderas y departamento de turbinas a vapor	515	650	680	760	810	980
8. Maquinaria del taller de reparación	155	175	175	175	195	195
9. Equipo de la bomba de incendios	23	23	23	23	23	23
10. Equipo de laboratorio	15	15	20	20	20	20
11. Equipo de oficina	20	23	23	23	29	29
12. Excavación y trazado del terreno	60	100	160	165	220	230
13. Costo del flete marítimo	115	155	370	385	465	485
Costo del flete local	25	35	85	90	110	115
14. Costo del montaje	145	195	366	441	485	612
15. Administración durante el montaje	70	121	136	136	233	233
16. Costo de los edificios, tinas, etc.	1.800	2.594	2.750	3.265	3.846	4.405
17. Viviendas para el personal administrativo y obrero	422	607	678	753	897	987
18. Líneas férreas en el recinto de la fábrica	750	750	775	775	799	799
19. Honorarios de los ingenieros	300	440	530	600	700	790
20. Gastos imprevistos	103	134	160	222	249	308
Costo total	6.710	9.300	11.375	13.175	15.620	17.920

Anexo 51

PROYECTO DE AMAPA
CAPITAL TOTAL NECESARIO: FABRICA DE CELULOSA

(Miles de dólares)

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
1. Maquinaria, flete, montaje, etc.	4.122	5.184	5.621	7.064	7.730	9.522	10.510	12.715
2. Equipo forestal	352	406	662	768	1.300	1.508	2.040	2.362
3. Honorarios de los ingenieros, etc.	380	475	485	570	610	715	820	960
Total	4.854	6.065	6.768	8.402	9.640	11.745	13.370	16.037
4. Edificios, tinas, etc.	2.200	2.744	2.654	3.198	3.629	4.309	4.922	5.783
5. Líneas férreas	750	750	775	775	799	799	821	821
6. Trabajos forestales preparatorios y caminos principales	123	123	205	205	371	371	536	536
7. Proyecto de vivienda, fábrica	492	569	597	687	800	911	982	1.120
8. Proyecto de vivienda, departamento forestal.	557	626	1.089	1.224	2.182	2.451	3.336	3.746
9. Imprevistos	187	191	257	285	390	426	587	638
10. Inversiones sociales generales	590	670	900	1.000	1.460	1.610	2.020	2.200
Total	4.899	5.773	6.477	7.376	9.616	10.877	13.204	14.844
11. Costos de inversión durante {moneda extran}.	582	728	812	1.008	1.157	1.409	1.604	1.924
12. el período de construcción {moneda local	587	694	781	888	1.152	1.307	1.595	1.777
Total	1.169	1.422	1.593	1.896	2.309	2.716	3.189	3.701
13. Capital de trabajo, fábrica	800	960	1.200	1.440	1.960	2.360	2.790	3.360
14. Capital de trabajo, departamento forestal.	98	110	182	206	355	412	597	668
Total	898	1.070	1.382	1.646	2.315	2.772	3.387	4.028
15. Total general	11.820	14.330	16.220	19.320	23.880	28.110	33.350	38.610
Cantidad de moneda extranjera incluida en el total general	5.436	6.793	7.580	9.410	10.797	13.154	14.974	17.961
Porcentaje de moneda extranjera incluido en el total general	46,0	47,4	46,7	48,7	45,2	46,8	45,2	46,5

Anexo 52

PROYECTO DE AMAPA
CAPITAL TOTAL NECESARIO: FABRICAS DE PAPEL
(Miles de dólares)

	Fábricas no integradas		Fábricas integradas				
	Tamaño de la fábrica, tons/día		Tamaño de la fábrica, tons/día				
	50	100	Sin bl.	50 bl.	100 bl.	Sin bl.	bl.
1. Maquinaria, flete, administración durante la construcción, etc.	3.105	4.445	5.871	6.864	8.314	9.676	
2. Equipo forestal	—	—	416	476	788	886	
3. Honorarios de los ingenieros	300	440	530	600	700	790	
Total	3.405	4.885	6.817	7.940	9.762	11.350	
4. Excavación, construcción edificios, tinas, etc.	2.030	2.924	3.361	3.961	4.661	5.362	
5. Líneas férreas, etc.	750	750	775	775	799	799	
6. Trabajos forestales preparatorios y caminos principales	—	—	123	123	205	205	
7. Proyecto de vivienda, fábrica	422	607	678	753	897	987	
8. Proyecto de vivienda, departamento forestal	—	—	557	626	1.089	1.224	
9. Imprevistos	107	138	222	292	364	438	
10. Inversiones sociales generales	—	—	192	218	300	328	
Total	3.309	4.419	5.908	6.748	8.315	9.343	
11. Costos de inversión durante el período de construcción	409	586	818	952	1.176	1.363	
12. el período de construcción	397	530	709	810	998	1.121	
Total	806	1.116	1.527	1.762	2.174	2.484	
13. Capital de trabajo, fábrica	1.255 ⁿ	1.960 ⁿ	1.155	1.320	1.810	2.060	
14. Capital de trabajo, departamento forestal	—	—	98	120	189	233	
Total	1.255	1.960	1.253	1.440	1.999	2.293	
Total general	8.775	12.380	15.505	17.890	22.250	25.470	
Cantidad de moneda extranjera contenida en el total general	3.814	5.471	7.635	8.900	10.938	12.713	
Porcentaje de moneda extranjera contenida en el total general	43,5	44,2	49,3	49,7	49,2	49,9	

ⁿ Se refiere a pasta sin blanquear.

PROYECTO DE AMAPA
COSTOS DE INVERSIÓN: FABRICA DE CELULOSA

1. Depreciación^a

Maquinaria, honorarios de los ingenieros y gastos imprevistos, 10 años. Edificios, tinas, etc., 20 años. Puerto, líneas férreas, etc., 30 años.

	Tamaño de la fábrica, toneladas por día							
	50		100		200		300	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Inversión:								
Maquinaria, fábrica de celulosa ^b	3,307	4,304	4,630	5,973	6,525	8,152	9,154	11,129
Maquinaria, servicios de la fábrica	815	880	991	1,091	1,205	1,370	1,376	1,586
Edificios, tinas, etc.	2,200	2,744	2,654	3,198	3,629	4,309	4,922	5,783
Proyecto de vivienda	492	569	597	687	800	911	982	1,120
Líneas férreas	750	750	775	775	799	799	821	821
Gastos imprevistos	136	148	158	186	202	254	275	321
Honorarios de los ingenieros	380	475	485	570	610	715	820	960
Total (miles de dólares)	8,080	9,870	10,290	12,480	13,770	16,510	18,350	21,720
Costos de inversión:								
Maquinaria, fábrica de celulosa	22,5	28,69	15,43	19,91	10,88	13,59	10,17	12,37
Maquinaria, servicios de la fábrica	5,43	5,87	3,30	3,64	2,01	2,28	1,53	1,76
Edificios, tinas, etc.	7,33	9,15	4,42	5,33	3,02	3,59	2,73	3,21
Proyecto de vivienda	1,64	1,90	1,00	1,15	0,67	0,76	0,55	0,62
Líneas férreas	1,67	1,67	0,86	0,86	0,44	0,44	0,30	0,30
Gastos imprevistos	0,91	1,00	0,53	0,62	0,34	0,43	0,31	0,36
Honorarios de los ingenieros	2,53	3,17	1,62	1,90	1,02	1,19	0,91	1,07
Total (dólares/ton)	41,56	51,45	27,16	33,41	18,38	22,28	16,50	16,69

2. Amortización de los costos de inversión durante el montaje

Se supone que las necesidades de capital se originan paulatinamente durante los primeros tres años, tiempo que se calcula para poner en marcha la fábrica.

Tasa de interés: 8 por ciento.

Capital necesario ^c (miles de dólares)	9,753	11,838	13,245	15,778	19,256	22,626	26,574	30,881
Costo de inversión (miles de dólares)	1,170	1,420	1,589	1,893	2,311	2,715	3,189	3,706
Dólares por tonelada durante 10 años:	7,80	9,47	5,30	6,31	3,85	4,53	3,54	4,12

3. Interés sobre el capital fijo^d

Tasa de interés: 8 por ciento.

Primer año	43,09	52,64	27,44	33,28	18,36	22,01	16,31	19,30
Promedio durante el período de depreciación	21,55	26,32	13,72	16,64	9,18	11,01	8,16	9,65

4. Interés sobre el capital de trabajo (sólo el de la fábrica)

Se calcula que el capital de trabajo es equivalente al valor de cuatro meses de producción.

Valor en dólares por tonelada	160	192	120	144	98	118	93	112
Valor de la producción de cuatro meses: miles de dólares	800	960	1,200	1,440	1,960	2,360	2,790	3,360
Interés por tonelada de pasta	4,27	5,12	3,20	3,84	2,61	3,16	2,48	2,98

5. Seguro

El seguro se calcula en el 1 por ciento de la maquinaria, de los edificios y repuestos (5 por ciento de la maquinaria).

Gasto anual en miles de dólares	71,1	88,5	93,3	114,8	128,0	154,7	172,9	205,9
Dólares por tonelada de pasta	4,74	5,23	3,11	3,83	2,13	2,58	1,92	2,29

Costos de inversión totales por tonelada de celulosa

Depreciación	41,56	51,45	27,16	33,41	18,38	22,28	16,50	16,69
Amortización de los costos de inversión inicial	7,80	9,47	5,30	6,31	3,85	4,53	3,54	4,12
Interés sobre el capital fijo	21,55	26,32	13,72	16,64	9,18	11,01	8,16	9,65
Interés sobre el capital de trabajo	4,27	5,12	3,20	3,84	2,61	3,15	2,48	2,98
Seguro	4,74	5,23	3,11	3,83	2,13	2,58	1,92	2,29
Total (dólares/ton)	79,92	97,59	52,49	64,03	36,15	43,55	32,60	38,73

^a La depreciación del equipo forestal se ha cargado al costo de la madera para celulosa.

^b Incluye flete, montaje, etc.

^c Véase inversión.

^d El interés sobre el capital necesario para la explotación forestal se ha cargado al costo de la madera para celulosa.

PROYECTO DE AMAPA
COSTOS DE INVERSIÓN: FABRICAS DE PAPEL INTEGRADAS Y NO INTEGRADAS

1. Depreciación

Maquinaria, honorarios de los ingenieros y gastos imprevisos, 10 años. Edificios, tinas, etc., 20 años. Puerto, líneas férreas, etc., 30 años.

Inversión:	Fábricas no integradas Tamaño de la fábrica, tons/día		Fábricas integradas Tamaño de la fábrica, tons/día					
	50	100	50		100			
			Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Maquinaria de la fábrica de papel y celulosa	2.537	3.801	5.431	6.429	7.817	9.149		
Maquinaria servicios de la fábrica	798	974	1.051	1.131	1.312	1.482		
Edificios, tinas, etc.	1.800	2.594	2.750	3.265	3.846	4.405		
Vivienda	442	621	678	753	897	987		
Ferrocarril	750	750	775	775	799	799		
Honorarios de los ingenieros	300	440	530	600	700	790		
Gastos imprevisos	103	130	160	222	245	304		
Total (miles de dólares)	6.710	9.310	11.375	13.175	15.616	17.916		
Costos de inversión:								
Maquinaria de la fábrica de papel y celulosa	16,91	12,67	36,21	42,86	26,06	30,50		
Maquinaria de los servicios de la fábrica	5,32	3,25	7,01	7,54	4,37	4,94		
Edificios, tinas, etc.	6,00	4,32	9,17	10,88	6,41	7,34		
Vivienda	1,47	1,04	2,26	2,51	1,50	1,65		
Ferrocarril	1,67	0,83	1,72	1,72	0,89	0,89		
Ingeniería	2,00	1,47	3,53	4,00	2,33	2,63		
Gastos imprevisos	0,69	0,43	1,07	1,48	0,82	1,03		
Total (dólares/ton)	34,06	24,01	60,97	70,99	42,38	48,98		

2. Amortización de los costos de inversión durante el montaje

Se ha supuesto que las necesidades de capital se originan paulatinamente durante los tres primeros años, tiempo que se calcula para poner en marcha la fábrica.

Tasa de interés: 8 por ciento.

Capital necesario (miles de dólares)	6.710	9.300	12.725	14.685	18.116	20.696
Costo de inversión	805,2	1.160	1.527	1.762	2.174	2.484
Dólares por tonelada durante 10 años	5,37	3,87	10,20	11,75	7,25	8,28

3. Interés sobre el capital fijo

Tasa de interés: 8 por ciento.

Primer año	35,78	24,80	67,87	78,32	48,31	55,19
Promedio durante el año de depreciación	17,89	12,40	33,62	39,16	24,16	27,60

4. Interés sobre el capital de trabajo

Se ha estimado que el capital de trabajo es equivalente al valor de cuatro meses de producción.

	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.				
Valor en dólares por tonelada	251	284	196	221	231	264	181	206
Valor de la producción en miles de dólares	1.255	1.420	1.960	2.210	1.155	1.320	1.810	2.060
Interés: 8 por ciento	6,80	7,58	5,23	5,90	6,17	7,04	4,83	5,49

5. Seguro

El seguro se ha calculado en 1 por ciento de la maquinaria, edificios y accesorios (5 por ciento de la maquinaria)

Gastos por año: miles de dólares	68,7	94,9	120,0	139,0	164,0	188,0
Dólares por tonelada de celulosa	4,58	3,16	8,00	9,27	5,47	6,27

Costos de inversión totales por tonelada de papel

Depreciación	34,06	24,01	60,97	70,99	42,38	48,98
Amortización de los costos de inversión	5,37	3,87	10,20	11,75	7,25	8,28
Interés sobre el capital fijo	17,89	12,40	33,62	39,16	24,16	27,60
Interés sobre el capital de trabajo	6,80 ^a	5,23 ^a	6,17	7,04	4,83	5,49
Seguro	4,58	3,16	8,00	9,27	5,47	6,27
Total (dólares/ton)	68,70	48,67	118,96	138,21	84,09	96,62
Para el papel blanqueado agréguese	0,28	0,67				
	69,48	49,34				

^a Se refiere a celulosa sin blanquear.

PROYECTO SUECO
COSTOS DE INVERSIÓN: FABRICA DE CELULOSA

1. Depreciación^a

Maquinaria, honorarios de los ingenieros y gastos imprevistos, 15 años. Edificios, tinas, etc., 20 años. Puerto, ferrocarriles, etc., 40 años.

	Tamaño de la fábrica, toneladas por día							
	50		100		200		300	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Inversión:								
Maquinaria, fábrica de celulosa ^a	3.095	3.892	4.150	5.431	5.842	7.413	8.216	10.064
Maquinaria, servicios de la fábrica	810	829	978	1.006	1.195	1.236	1.365	1.413
Edificios, depósitos, etc.	1.421	1.778	1.602	1.988	2.162	2.645	2.896	3.475
Vivienda	290	290	386	386	483	483	579	579
Líneas férreas y puerto	309	309	444	444	579	579	714	714
Gastos imprevistos	75	97	100	125	144	164	180	215
Honorarios de los ingenieros	210	250	270	330	365	440	490	575
Total (miles de dólares)	6.075	7.445	7.930	9.710	10.770	12.960	14.440	17.035
Costos de inversión:								
Maquinaria, fábrica de celulosa	13,76	17,30	9,22	12,07	6,49	8,24	6,09	7,45
Maquinaria, servicios de la fábrica	3,60	3,68	2,17	2,24	1,33	1,37	1,01	1,05
Edificios, depósitos, etc.	3,79	4,74	2,14	2,65	1,44	1,76	1,29	1,54
Vivienda	0,77	0,77	0,51	0,51	0,32	0,32	0,26	0,26
Líneas férreas y puerto	0,52	0,52	0,37	0,37	0,24	0,24	0,20	0,20
Gastos imprevistos	0,33	0,43	0,22	0,28	0,16	0,18	0,13	0,16
Honorario de los ingenieros	0,93	1,11	0,60	0,79	0,41	0,49	0,36	0,43
Total (dólares/ton)	23,70	28,55	15,23	18,85	10,39	12,60	9,47	11,09

2. Amortización de los costos de inversión durante el montaje

Se ha supuesto que las necesidades de capital se originan paulatinamente durante tres años, tiempo que se calcula para poner en marcha la fábrica.
Tasa de interés: 5 por ciento

Inversión en la fábrica (miles de dólares)	6.075	7.445	7.930	9.710	10.770	12.960	14.440	17.035
Costo de inversión (miles de dólares)	455,6	558,4	594,8	728,3	807,8	972,0	1.083,0	1.277,6
Dólares por tonelada durante 10 años	3,04	3,72	1,98	2,43	1,35	1,62	1,20	1,42

3. Interés sobre el capital fijo^b

Tasa de interés: 5 por ciento

Primer año	20,25	24,82	13,22	16,18	8,97	10,80	8,02	9,46
Promedio durante el período de depreciación	10,13	12,41	6,61	8,09	4,49	5,40	4,01	4,73

4. Interés sobre el capital de trabajo (sólo el de la fábrica)

Se ha estimado que el capital de trabajo es equivalente al valor de cuatro meses de producción.
Tasa de interés: 6 por ciento

Valor en dólares por tonelada	120	140	95	110	85	95	80	90
Valor de la producción de 4 meses (miles de dólares)	600	700	950	1.100	1.700	1.900	2.400	2.700
Interés por tonelada de celulosa	2,40	2,80	1,90	2,20	1,70	1,90	1,60	1,80

5. El seguro se incluye en los gastos generales

Costos de inversión totales por tonelada de celulosa

Depreciación	23,70	28,55	15,23	18,85	10,39	12,60	9,47	11,09
Amortización de los costos de inversión inicial	3,04	3,72	1,98	2,43	1,35	1,62	1,20	1,42
Interés sobre el capital fijo	10,13	12,41	6,61	8,09	4,49	5,40	4,01	4,73
Interés sobre el capital de trabajo	2,40	2,80	1,90	2,20	1,70	1,90	1,60	1,80
Total (dólares/ton)	39,27	47,48	25,72	31,57	17,93	21,52	16,28	19,04

^a Incluye flete, montaje, etc.

^b El interés sobre el capital necesario para la exploración forestal se carga al costo de la madera para celulosa.

PROYECTO SUECO
COSTOS DE INVERSIÓN: FABRICAS DE PAPEL INTEGRADAS Y NO INTEGRADAS

1. Depreciación

Maquinaria, honorarios de los ingenieros y gastos imprevistos, 15 años. Edificios, tinas, etc., 23 años. Puerto, ferrocarriles, etc., 40 años.

	Fábrica no integrada Tamaño de la fábrica		Fábrica integrada Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día	100 tons/día	50 tons/día		100 tons/día	
			Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Inversión:						
Maquinaria de la fábrica de papel y celulosa	2,378	3,571	4,872	5,832	7,032	8,320
Servicios de la fábrica	732	852	978	1,007	1,195	1,234
Edificios, tinas, etc.	965	1,351	1,709	2,124	2,516	2,703
Viviendas	290	386	386	385	483	483
Ferrocarril y puerto	290	444	444	444	579	579
Honorarios de los ingenieros	165	235	300	350	420	475
Gastos imprevistos	68	91	111	127	155	176
Total (miles de dólares)	4,950	6,930	8,800	10,270	12,380	13,970
Costos de inversión:						
Maquinaria	10,57	7,94	21,65	25,92	15,63	18,49
Servicios de la fábrica	3,25	1,89	4,35	4,48	2,66	2,74
Edificios, tinas, etc.	2,57	1,80	4,56	5,66	3,09	3,60
Viviendas	0,77	0,51	1,03	1,03	0,64	0,64
Ferrocarril y puerto	0,48	0,37	0,74	0,74	0,48	0,48
Honorarios de los ingenieros	0,73	0,52	1,33	1,55	0,93	1,06
Gastos imprevistos	0,30	0,20	0,49	0,56	0,34	0,39
Total (dólares/ton)	18,67	13,23	34,15	39,94	23,77	27,40

2. Amortización de los costos de inversión durante el montaje

Se ha supuesto que las necesidades de capital se originan paulatinamente durante tres años, tiempo que se calcula para poner en marcha la fábrica.
Tasa de interés: 5 por ciento

	4,950	6,930	8,800	10,270	12,380	13,970
Inversión (miles de dólares)	4,950	6,930	8,800	10,270	12,380	13,970
Costo de inversión	371,3	519,8	660,0	770,3	928,5	1,048
Dólares por tonelada durante 10 años	2,48	1,73	4,40	5,14	3,10	3,49

3. Interés sobre el capital fijo

Tasa de interés: 5 por ciento

	16,50	11,55	29,33	34,23	20,63	23,28
Primer año	16,50	11,55	29,33	34,23	20,63	23,28
Promedio durante el período de depreciación	8,25	5,78	14,67	17,12	10,32	11,64

4. Interés sobre el capital de trabajo (sólo para el funcionamiento de la fábrica)

Se estima que el capital de trabajo equivale al valor de la producción de cuatro meses.
Tasa de interés: 6 por ciento

	Sin bl.		bl.		Sin bl.		bl.	
Valor en dólares por tonelada	191	215	156	177	171	195	141	162
Valor de cuatro meses de producción en miles de dólares	955	1,075	1,560	1,770	855	975	1,410	1,620
Interés	3,82	4,30	3,12	3,54	3,42	3,90	2,82	3,24

5. El seguro se incluye en los gastos generales

Costos de inversión totales por tonelada de papel

	18,67	13,23	34,15	39,94	23,77	27,40
Depreciación	18,67	13,23	34,15	39,94	23,77	27,40
Amortización de los costos de inversión	2,48	1,73	4,40	5,14	3,10	3,49
Interés sobre el capital fijo	8,25	5,78	14,67	17,12	10,32	11,64
Interés sobre el capital de trabajo	3,82	3,12 ^a	3,42 ^a	3,90	2,82	3,24
Total (dólares/ton)	33,22	23,86	56,64	66,10	40,01	45,77
Para el papel blanqueado agréguese	0,48	0,42				
	33,70	24,28				

^a Se refiere a celulosa sin blanquear.

PROYECTO SUECO
ESTIMACIONES DE COSTO: CELULOSA SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Tamaño de la fábrica											
		50 tons/día			100 tons/día			200 tons/día			300 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Madera para celulosa, húmeda	m3, m. l.	6,7	7,72	51,72	6,7	7,72	51,72	6,7	7,72	51,72	6,7	7,72	51,72
<i>Productos químicos</i>													
Sulfato de sodio	kg.	100	0,0193	1,93	100	0,0193	1,93	100	0,0193	1,93	100	0,0193	1,93
Piedra caliza	"				47	0,0046	0,22	47	0,0046	0,22	47	0,0046	0,22
Cal	"	260	0,0154	4,04									
Sal	"												
Azufre	"												
Colofonia	"												
Alumbre	"												
Caolin	"												
Total				5,97			2,15			2,15			2,15
<i>Materiales varios</i>													
Guarnición de la máquina, filtros tela metálica				1,55			1,36			1,16			1,16
Aceites lubricantes, etc.				0,58			0,58			0,58			0,58
Total				2,08			1,94			1,74			1,74
<i>Gastos de funcionamiento</i>													
Vapor	ton.	1,0	2,32	2,32	1,0	2,32	2,32	1,0	2,32	2,32	1,0	2,32	2,32
Carbón	"				0,104	14,90	1,55	0,104	14,90	1,55	0,104	14,90	1,55
Energía	KWH												
Mano de obra				12,23			7,47			4,73			4,17
Material de reparaciones y mantenimiento				1,54			1,35			1,16			1,16
Total				16,09			12,69			9,76			9,20
<i>Administración y supervisión de la fábrica</i>				6,94			4,69			3,28			2,53
<i>Costos de inversión</i>													
Depreciación, instalación y equipo				23,70			15,23			10,39			9,47
Amortización de los costos de inversión durante el período de construcción				3,04			1,98			1,35			1,20
Interés sobre capital fijo				10,13			6,61			4,49			4,01
Interés sobre capital de trabajo				2,40			1,90			1,70			1,60
Total				39,27			25,72			17,93			16,28
<i>Imprevistos</i>				5,99			4,74			4,17			4,03
Menos recuperación de la trementina y el talóleo (por ciento)				— 4,05			— 4,05			— 4,05			— 4,05
Costo total en la fábrica				124,00			99,60			86,70			83,60
Gastos de venta				3,50			2,50			2,00			1,80
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				127,50			102,10			88,70			85,40

PROYECTO SUECO
ESTIMACIONES DE COSTO: CELULOSA BLANQUEADA

Rubro	Unidad	Tamaño de la fábrica											
		50 tons/día			100 tons/día			200 tons/día			300 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Madera para celulosa.	m ³ , m.l.	7,4	7,72	57,13	7,4	7,72	57,13	7,4	7,72	57,13	7,4	7,72	57,13
Productos químicos													
Sulfato de sodio.	kg.				100	0,0046	0,46	100	0,0046	0,46	100	0,0046	0,46
Piedra caliza.	"												
Cal.	"	290	0,0154	4,47									
Sal.	"	145	0,0087	1,26	145	0,0087	1,26	145	0,0087	1,26	145	0,0087	1,26
Azufre.	"	25	0,0463	1,16	25	0,0463	1,16	25	0,0463	1,16	25	0,0463	1,16
Colofonia.	"												
Alumbre.	"												
Caolin.	"												
Total.				6,89			2,88			2,88			2,88
Materiales varios													
Guarnición de la máquina, filtros tela metálica				1,74			1,55			1,26			1,26
Aceites lubricantes, etc.				0,58			0,58			0,58			0,58
Total.				2,32			2,13			1,84			1,84
Gastos de funcionamiento													
Energía.	KWH	350	0,00579	2,03	350	0,00579	2,03	350	0,00579	2,03	350	0,00579	2,03
Vapor.	ton.	2	2,32	4,64	2	2,32	4,64	2	2,32	4,64	2	2,32	4,64
Carbón.	"	—	—	—	0,116	14,90	1,73	0,116	14,90	1,73	0,116	14,90	1,73
Mano de obra.				15,06			9,27			5,84			5,00
Material de reparaciones y mantenimiento.				1,74			1,54			1,35			1,35
Total.				23,47			19,21			15,59			14,73
Administración, supervisión y gastos generales de la fábrica.				7,47			4,96			3,40			2,67
Costos de inversión													
Depreciación, instalación y equipo				28,55			18,85			12,60			11,09
Amortización de los costos de inversión durante el período de construcción.				3,72			2,43			1,62			1,41
Interés sobre capital fijo.				12,41			8,09			5,40			4,73
Interés sobre capital de trabajo.				2,80			2,20			1,90			1,80
Total.				47,48			31,57			21,52			19,04
Imprevistos.				6,98			5,66			4,88			4,73
				— 4,44			— 4,44			— 4,44			— 4,44
Costo total en la fábrica.				147,50			119,10			102,80			98,60
Gastos de venta.				3,50			2,50			2,00			1,80
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				150,80			121,60			104,80			100,40

PROYECTO SUECO
ESTIMACIONES DE COSTO: FABRICA INTEGRADA DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Papel sin blanquear						Papel blanqueado					
		Tamaño de la fábrica						Tamaño de la fábrica					
		50 tons/día			100 tons/día			50 tons/día			100 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Celulosa de madera	m3, m.l.	7,10	7,72	54,81	7,10	7,72	54,81	7,8	7,72	60,22	7,8	7,72	60,22
Productos químicos													
Sulfato de sodio	kg.	106	0,0193	2,05	106	0,0193	2,05				106	0,0046	0,48
Piedra caliza	"				50	0,0046	0,23						
Cal	"	275	0,0154	4,24				306	0,0154	4,71			
Sal	"							154	0,0087	1,34	154	0,0087	1,34
Azufre	"							26,5	0,0463	1,23	26,5	0,0463	1,23
Materiales para encolado				4,35			4,35			4,55			4,55
Total				10,64			6,63			11,83			7,60
Materiales varios													
Guarnición de la máquina, fieltros tela metálica				3,38			3,18			3,38			3,18
Aceites lubricantes, etc.				0,87			0,87			0,87			0,87
Total				4,25			4,05			4,25			4,05
Gastos de funcionamiento													
Vapor adicional	ton.	2,5	0,00579	1,85	2,5	2,32	5,80	3,5	2,32	8,12	3,5	2,32	8,12
Carbón	"				0,110	14,86	1,63				0,124	14,86	1,84
Energía	KWH	320	0,00579	1,85	320	0,00579	1,85	670	0,00579	3,88	670	0,00579	3,88
Mano de obra				19,82			14,04			22,66			16,81
Material de reparaciones y mantenimiento				2,70			2,32			2,90			2,51
Total				30,17			25,64			37,56			33,16
Administración y supervisión de la fábrica				10,37			7,04			10,69			7,22
Costos de inversión													
Depreciación, instalación y equipo				34,15			23,77			39,94			27,40
Amortización de los costos de inversión durante el periodo de construcción				4,40			3,10			5,14			3,49
Interés sobre capital fijo				14,67			10,32			17,12			11,64
Interés sobre capital de trabajo				3,42			2,82			3,90			3,24
Total				56,64			40,01			66,10			45,77
Imprevistos				8,12			6,72			9,26			7,69
Total													
Menos recuperación de trementina y talóleo (por ciento)				— 4,30			4,30			— 4,71			— 4,71
Costo total en la fábrica				170,70			140,60			195,20			161,00
Gastos de venta				4,00			3,00			4,00			3,00
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				174,70			143,60			199,20			164,00

Anexo 60

PROYECTO SUECO
ESTIMACIONES DE COSTO: PAPEL SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Tamaño de la fábrica					
		100 tons/día			50 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Material para encolado				4,45		4,45	
Materiales varios							
Guarniciones de máquinas, filtros, telas metálicas				2,10		1,90	
aceite lubricantes, etc.				0,20		0,20	
Total				2,30		2,10	
Gastos de funcionamiento							
Vapor	ton.	3,0	2,32	6,96	3,0	2,32	
Energía	KWH	250	0,00579	1,45	250	0,00579	
Mano de obra	Horas-hom.			12,94		10,36	
Material de reparación y mantenimiento				1,55		1,35	
Total				22,90		20,12	
Administración, supervisión, gastos generales de fábrica				6,47		4,02	
Costos de inversión							
Depreciación, instalación y equipo				18,67		13,23	
Amortización costos de inversión durante el período de construcción				2,48		1,73	
Interés sobre capital fijo				8,25		5,78	
Interés sobre capital de trabajo				3,82		3,12	
Total				33,22		23,86	
Imprevistos				3,46		2,75	
Costo total en la fábrica (costos de conversión solamente)				72,80		57,30	

PROYECTO DE YUCATAN
ESTIMACIONES DE COSTO: CELULOSA SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Tamaño de la fábrica											
		50 tons/día			100 tons/día			200 tons/día			300 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Madera para celulosa, húmeda	ton.	3,6		20,05	3,6	5,41	19,48	3,6	5,35	19,26	3,6	5,46	19,66
Productos químicos													
Sulfato de sodio	kg.	90	0,0462	4,16	90	0,0462	4,16	90	0,0462	4,16	90	0,0462	4,16
Piedra caliza	"				30	0,004	0,12	30	0,004	0,12	30	0,004	0,12
Cal	"	260	0,0125	2,67									
Sal	"												
Azufre	"												
Colofonia	"												
Alumbre	"												
Caolin	"												
Total				6,83			4,28			4,28			4,28
Materiales varios													
Guarnición de la máquina, feltros tela metálica				2,00			2,00			2,00			2,00
Aceite lubricante, etc.				0,50			0,50			0,50			0,50
Total				2,50			2,50			2,50			2,50
Gastos de funcionamiento													
Petróleo combustible	kg.	70	0,0125	0,88	52	0,0125	0,65	52	0,0125	0,65	52	0,0125	0,65
Leña	ton.				0,35	2,29	0,80	0,35	2,30	0,80	0,35	2,32	0,80
Mano de obra	Horas-hom.												
Fabricación	"	11,04	0,163	1,80	6,64	0,161	1,07	4,20	0,157	0,66	3,84	0,154	0,59
Servicios de la fábrica	"	5,12	0,152	0,78	3,20	0,147	0,47	2,08	0,144	0,30	1,63	0,135	0,22
Reparaciones	"	3,20	0,166	0,53	2,00	0,165	0,33	1,20	0,167	0,20	0,93	0,161	0,15
Material de reparaciones y mantenimiento				3,00			3,00			2,75			2,50
Partida para aumento de sueldos				1,55			0,94			0,58			0,49
Total				8,54			7,26			5,94			5,00
Administración y supervisión de la fábrica				2,75			1,52			1,09			0,87
Seguro				3,75			2,35			1,60			1,45
Costos de inversión													
Depreciación, instalación y equipo				36,50			24,15			16,20			14,50
Amortización de los costos de inversión durante el período de construcción				6,80			4,73			3,45			3,13
Interés sobre capital fijo				18,50			11,90			7,80			6,85
Interés sobre capital de trabajo				3,30			2,40			1,95			1,85
Total				65,10			43,18			29,40			26,33
Gastos sociales generales				6,80			5,50			5,05			4,45
Imprevistos				5,78			4,33			3,48			3,26
Costo total en la fábrica				122,10			90,40			72,60			68,20
Gastos de venta				2,10			1,60			1,20			1,00
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				124,20			92,00			73,80			69,20

PROYECTO DE YUCATAN
ESTIMACIONES DE COSTO: CELULOSA BLANQUEADA

Rubro	Unidad	Tamaño de la fábrica											
		50 tons/día			100 tons/día			200 tons/día			300 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Madera húmeda para pasta	ton.	4,0	5,55	22,20	4,0	5,36	21,44	4,0	5,37	21,48	4,0	5,51	22,04
Productos químicos													
Sulfato de sodio	kg.												
Piedra caliza	"				90	0,004	0,36	90	0,004	0,36	90	0,004	0,36
Cal	"	290	0,01025	2,97									
Sal	"	145	0,008	1,16	145	0,008	1,16	145	0,008	1,16	145	0,008	1,16
Azufre	"	25	0,051	1,28	25	0,051	1,28	25	0,051	1,28	25	0,051	1,28
Colofonia	"												
Alumbre	"												
Caolín	"												
Total				5,41			2,80			2,80			2,80
Materiales diversos													
Guarniciones máquinas, telas metálicas, filtros, lubricantes, etc.				2,00			2,00			2,00			2,00
				0,50			0,75			0,75			0,75
Total				2,50			2,75			2,75			2,75
Gastos de funcionamiento													
Petróleo combustible	kg.				58	0,125	0,73	58	0,125	0,73	58	0,125	0,73
Leña	ton.	1,33	2,30	3,06	1,33	2,33	3,10	1,33	2,38	3,17	1,33	2,42	3,22
Mano de obra	Horas-hom.												
Fabricación	"	14,24	0,164	2,34	8,48	0,162	1,37	5,48	0,157	0,86	4,91	0,155	0,76
Servicios de la fábrica	"	5,76	0,149	0,86	3,52	0,148	0,52	2,28	0,145	0,33	1,79	0,134	0,24
Reparaciones	"	3,68	0,163	0,60	2,24	0,161	0,36	1,36	0,162	0,22	1,07	0,168	0,18
Materiales de reparación y mantenimiento				3,50			3,50			3,25			3,00
Partida para aumento de sueldos				1,90			1,13			0,70			0,60
Total				12,26			10,71			9,26			8,73
Administración y supervisión de la fábrica				2,75			1,52			1,08			0,86
Seguro				4,50			2,90			2,00			1,75
Costos de inversión													
Depreciación planta y equipo, etc.				45,40			29,85			19,75			17,45
Amortización de costos de inversión durante período de construcción				8,13			5,20			4,00			3,61
Interés sobre capital fijo				22,40			14,30			9,30			8,10
Interés sobre capital de trabajo				3,85			2,80			2,25			2,10
Total				79,78			52,15			35,30			31,26
Gastos sociales generales				7,80			6,40			5,45			4,70
Imprevistos				6,90			5,03			3,98			3,71
Costo total en la fábrica				144,10			105,70			84,10			78,60
Gastos de venta				2,10			1,60			1,20			1,00
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				146,20			107,30			85,30			79,60

Anexo 63

PROYECTO DE YUCATAN
ESTIMACIONES DE COSTO: FABRICA INTEGRADA DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Papel sin blanquear Tamaño de la fábrica						Papel blanqueado Tamaño de la fábrica					
		50 tons/día			100 tons/día			50 tons/día			100 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Madera húmeda para pasta	ton.	3,8	5,56	21,13	3,8	5,37	20,41	4,25	5,52	23,46	4,25	5,35	22,74
<i>Productos químicos</i>													
Sulfato de sodio	kg.	95	0,0462	4,39	95	0,0462	4,39						
Piedra caliza	"				35	0,004	0,14	305	0,01025	3,13	95	0,004	0,38
Cal	"	275	0,01025	2,82									
Sal	"							153	0,008	1,22	153	0,008	1,22
Azufre	"							26,5	0,051	1,35	26,5	0,051	1,35
Colofonia	"	30	0,179	5,37	30	0,179	5,37	20	0,179	3,58	20	0,179	3,58
Alumbre	"	45	0,076	3,42	45	0,076	3,42	30	0,076	2,28	30	0,076	2,28
Caolín	"							60	0,0414	2,48	60	0,0414	2,48
Total				16,00			13,32			14,04			11,29
<i>Materiales diversos</i>													
Guarniciones máquinas, filtros, telas metálicas				3,00			2,50			3,00			2,50
Aceites lubricantes, etc.				0,75			0,75			0,75			1,00
Total				3,75			3,25			3,75			3,50
<i>Gastos de funcionamiento</i>													
Petróleo combustible	kg.				55	0,0125	0,69				61,5	0,0125	0,77
Leña	ton.	1,5	2,30	3,45	1,5	2,34	3,51	2,6	2,33	6,06	2,6	2,38	6,19
<i>Mano de obra</i>													
Fabricación	Horas-hom.	18,88	0,158	2,99	14,00	0,154	2,15	12,08	0,161	3,55	15,84	0,155	2,46
Servicios de la fábrica	"	7,52	0,150	1,13	5,12	0,148	0,76	7,84	0,149	1,17	5,28	0,148	0,78
Reparaciones	"	4,80	0,167	0,80	3,20	0,166	0,53	5,28	0,167	0,88	3,60	0,164	0,59
Materiales de reparación y mantenimiento				3,00			3,00			3,50			3,50
Partida para aumento de sueldos				2,47			1,73			2,80			1,92
Total				13,84			12,37			17,96			16,21
Administración y supervisión de la fábrica				3,77			2,22			3,77			2,23
Seguro				5,60			3,95			6,50			4,55
<i>Costos de inversión</i>													
Depreciación planta y equipo, etc.				54,24			37,47			63,06			43,30
Amortización costo inversión durante construc				9,29			6,69			10,60			7,54
Interés en capital fijo				26,30			17,78			30,27			20,32
Interés capital trabajo				4,65			3,55			5,25			4,00
Total				94,48			65,49			109,18			75,16
Gastos sociales generales				8,35			6,85			9,15			7,65
Imprevistos				8,38			6,45			9,39			7,17
Costo total en la fábrica				175,30			134,30			197,20			150,50
Gastos de venta				3,50			2,50			3,50			2,50
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				178,80			136,80			200,70			153,00

PROYECTO DE YUCATAN
ESTIMACIONES DE COSTO: FABRICA NO INTEGRADA DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Papel sin blanquear Tamaño de la fábrica						Papel blanqueado Tamaño de la fábrica					
		50 tons/día			100 tons/día			50 tons/día			100 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Productos químicos													
Colofonia	kg.	30	0,179	5,37	30	0,179	5,37	20	0,179	3,58	20	0,179	3,58
Alumbre	"	45	0,076	3,42	45	0,076	3,42	30	0,076	2,28	30	0,076	2,28
Caolín	"							60	0,0414	2,48	60	0,0414	2,48
Total				8,79			8,79			8,34			8,34
Materiales varios													
Guarniciones máquina, filtros, telas metálicas				2,00			2,00			2,00			2,00
Aceite lubricante, etc.				0,50			0,50			0,50			0,50
Total				2,50			2,50			2,50			2,50
Gastos de funcionamiento													
Petróleo combustible	"	370	0,0125	4,63	370	0,0125	4,63	385	0,0125	4,81	385	0,0125	4,81
Leña	ton.												
Mano de obra	Horas-hom.												
Fabricación	"	12,32	0,157	1,93	10,40	0,153	1,59	12,32	0,157	1,93	10,40	0,153	1,59
Servicios de la fábrica	"	5,76	0,155	0,89	3,84	0,148	0,57	5,76	0,155	0,89	3,84	0,148	0,57
Reparaciones	"	3,20	0,166	0,53	2,00	0,160	0,32	3,20	0,166	0,53	2,00	0,160	0,32
Materiales de reparación y mantenimiento				2,00			1,75			2,00			1,75
Partida para aumento de sueldos				3,35			2,49			3,35			2,49
Total				13,33			11,35			13,51			11,53
Administración y supervisión de la fábrica				2,95			1,69			3,15			1,69
Seguro				3,00			2,10			3,00			2,10
Costos de inversión													
Depreciación, instalaciones y equipo				30,80			21,45			30,80			21,45
Amortización de los costos de inversión durante el periodo de construcción				4,80			3,24			4,80			3,24
Interés sobre el capital fijo				16,00			10,80			16,00			10,80
Interés sobre el capital de trabajo				5,20			4,00			5,80			4,40
Total				56,80			39,49			57,40			39,89
Gastos sociales generales				—			—			—			—
Imprevistos				4,37			3,28			4,40			3,25
Costo total en la fábrica				91,70			69,20			92,30			69,30
Gastos de venta				3,50			2,50			3,50			2,50
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				95,20			71,70			95,80			71,80

PROYECTO DE AMAPA
ESTIMACIONES DE COSTO: CELULOSA SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Tamaño de la fábrica											
		50 tons/día			100 tons/día			200 tons/día			300 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Madera húmeda para pasta	ton.	3,6	8,56	30,82	3,6	8,12	29,23	3,6	8,05	28,98	3,6	8,26	29,74
Productos químicos													
Sulfato de sodio	kg.	90	0,0472	4,25	90	0,0472	4,25	90	0,0472	4,25	90	0,0472	4,25
Piedra caliza	"	30	0,015	0,45	30	0,015	0,45	30	0,015	0,45	30	0,015	0,45
Cal	"												
Sal	"												
Azufre	"												
Colofonia	"												
Alumbre	"												
Caolín	"												
Total				4,70			4,70			4,70			4,70
Materiales diversos													
Guarniciones máquinas, fieltros, telas metálicas				2,25			2,25			2,25			2,25
Aceites lubricantes, etc.				0,50			0,50			0,50			0,50
Total				2,75			2,75			2,75			2,75
Gastos de funcionamiento													
Petróleo combustible	"	52	0,040	2,08	52	0,040	2,08	52	0,040	2,08	52	0,040	2,08
Leña	ton.	0,35	4,47	1,56	0,35	4,48	1,57	0,35	4,48	1,57	0,35	4,49	1,57
Mano de obra	Horas-hom.												
Fabricación	"	15,04	0,378	5,68	9,92	0,362	3,59	6,84	0,357	2,44	5,76	0,354	2,04
Servicios de la fábrica	"	6,40	0,352	2,25	3,92	0,344	1,35	2,56	0,348	0,89	2,24	0,339	0,76
Reparaciones	"	4,00	0,388	1,55	2,40	0,392	0,94	1,60	0,394	0,63	1,20	0,392	0,47
Materiales de reparación y mantenimiento				3,50			3,25			3,00			2,75
Partida para aumento de sueldos				—			—			—			—
Total				16,62			12,78			10,61			9,67
Administración y supervisión de la fábrica				7,07			3,88			2,79			2,17
Seguro				4,74			3,11			2,13			1,92
Costos de inversión													
Depreciación, planta y equipo				41,56			27,16			18,38			16,50
Amortización de costos de inversión durante la construcción				7,80			5,30			3,85			3,54
Interés sobre el capital fijo				21,55			13,72			9,18			8,16
Interés sobre el capital de trabajo				4,27			3,20			2,61			2,48
Total				75,18			49,38			34,02			30,68
Gastos sociales generales				11,00			8,50			7,08			6,67
Imprevistos				7,62			5,77			4,64			4,40
Costo total en la fábrica				160,50			120,10			97,70			92,70
Gastos de venta				3,50			2,50			2,00			1,80
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				164,00			122,60			99,70			94,50

PROYECTO DE AMAPA
ESTIMACIONES DE COSTO: CELULOSA BLANQUEADA

Rubro	Unidad	Tamaño de la fábrica											
		50 tons/día			100 tons/día			200 tons/día			300 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Madera húmeda para pasta	ton.	4,0	8,50	34,00	4,0	8,11	32,44	4,0	8,08	32,32	4,0	8,38	33,52
<i>Productos químicos</i>													
Sulfato de sodio	kg.	90	0,015	1,35	90	0,015	1,35	90	0,015	1,35	90	0,015	1,35
Piedra caliza	"	145	0,0255	3,70	145	0,0255	3,70	145	0,0255	3,70	145	0,0255	3,70
Cal	"	25	0,061	1,53	25	0,061	1,53	25	0,061	1,53	25	0,061	1,53
Sal	"												
Azufre	"												
Colofonia	"												
Alumbre	"												
Caolín	"												
Total	"			6,58			6,58			6,58			6,58
<i>Materiales diversos</i>													
Guarniciones máquinas, filtros, telas metálicas				2,25			2,25			2,25			2,25
Aceites lubricantes, etc.				0,50			0,50			0,50			0,50
Total				2,75			2,75						2,75
<i>Gastos de funcionamiento</i>													
Petróleo combustible	kg.	58	0,040	2,32	58	0,040	2,32	58	0,040	2,32	58	0,040	2,32
Leña	ton.	1,33	4,48	5,96	1,33	4,49	5,97	1,33	4,52	6,01	1,33	4,57	6,08
Mano de obra	Horas-hom.												
Fabricación	"	18,72	0,377	7,05	12,16	0,367	4,46	8,28	0,360	2,98	7,09	0,352	2,50
Servicios de la fábrica	"	6,72	0,350	2,35	4,08	0,343	1,40	2,72	0,346	0,94	2,37	0,338	0,80
Reparaciones	"	4,80	0,385	1,85	2,80	0,393	1,10	1,80	0,389	0,70	1,33	0,391	0,52
Materiales de reparación y mantenimiento				4,00			3,75			3,50			3,25
Total				23,53			19,00			16,45			15,47
Administración y supervisión de la fábrica				7,07			3,88			2,79			2,17
Seguro				5,23			3,83			2,58			2,29
<i>Costos de inversión</i>													
Depreciación, planta y equipo				51,45			33,41			22,28			19,69
Amortización de costos de inversión durante la construcción				9,47			6,31			4,53			4,12
Interés sobre el capital fijo				26,32			16,64			11,01			9,65
Interés sobre el capital de trabajo				5,12			3,84			3,15			2,98
Total				92,36			60,20			40,97			36,44
Gastos sociales generales				12,47			9,33			7,75			7,33
Imprevistos				9,21			6,89			5,61			5,35
Costo total en la fábrica				193,20			144,90			117,80			111,90
Gastos de venta				3,50			2,50			2,00			1,80
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				196,70			147,40			119,80			113,70

Anexo 67

PROYECTO DE AMAPA
ESTIMACIONES DE COSTO: FABRICA INTEGRADA DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Papel sin blanquear Tamaño de la fábrica						Papel blanqueado Tamaño de la fábrica					
		50 tons/día			100 tons/día			50 tons/día			100 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
Madera para celulosa, húmeda	ton.	3,8	8,55	32,49	3,8	8,12	30,86	4,25	8,45	35,91	4,25	8,08	34,34
Productos químicos													
Sulfato de sodio	kg.	95	0,0472	4,48	55	0,0472	4,48						
Piedra caliza	kg.	35	0,015	0,53	35	0,015	0,53	95	0,015	1,43	95	0,015	1,43
Cal	"												
Sal	"							153	0,0255	3,90	153	0,0255	3,90
Azufre	"							26,50	0,061	1,62	26,5	0,061	1,62
Colofonia	"	30	0,2765	8,29	30	0,2765	8,29	20	0,2765	5,53	20	0,2765	5,53
Alumbre	"	45	0,0764	3,44	45	0,0764	3,44	30	0,0764	2,29	30	0,0764	2,29
Caolin	"							60	0,042	2,52	60	0,042	2,52
Total	"			16,74			16,74			17,29			17,29
Materiales varios													
Guarniciones máquinas, filtros, telas metálicas				3,00			2,50			3,00			2,50
Aceites lubricantes, etc.				1,00			1,00			1,00			1,00
Total				4,00			3,50			4,00			3,50
Gastos de funcionamiento													
Petróleo combustible	kg.	55	0,040	2,20	55	0,040	2,20	61,5	0,040	2,46	61,5	0,040	2,46
Leña	ton.	1,5	4,47	6,71	1,5	4,49	6,74	2,6	4,49	11,67	2,6	4,52	11,75
Mano de obra													
Fabricación	Horas-hom.	23,36	0,367	8,58	17,36	0,354	6,14	27,84	0,364	10,14	20,00	0,356	7,11
Servicios de la fábrica	"	8,80	0,350	3,08	5,76	0,347	2,00	9,12	0,349	3,18	5,92	0,346	2,05
Reparaciones	"	5,60	0,389	2,18	3,60	0,389	1,40	6,40	0,342	2,19	4,00	0,390	1,56
Materiales de reparación y mantenimiento				3,50			3,50			4,00			4,00
Total				26,25			21,98			33,64			28,93
Administración y supervisión de la fábrica				9,61			5,57			9,61			5,57
Seguro				8,00			5,47			9,27			6,27
Costos de inversión													
Depreciación, instalaciones y equipo				60,97			42,38			70,99			48,98
Amortización de costos de inversión durante el periodo de construcción				10,20			7,25			11,75			8,28
Interés sobre el capital fijo				33,62			24,16			39,16			27,60
Interés sobre el capital de trabajo				6,17			4,83			7,04			5,49
Total				110,96			78,62			128,94			90,35
Gastos sociales generales				12,80			10,00			14,53			10,93
Imprevistos				11,05			8,66			12,61			9,92
Costo total en la fábrica				231,90			181,40			265,80			207,10
Gastos de venta				4,00			3,00			4,00			3,00
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				235,90			184,40			269,80			210,10

Anexo 68
PROYECTO DE AMAPA
ESTIMACION DE COSTOS: PAPEL SIN BLANQUEAR

Rubro	Unidad	Tamaño de la fábrica					
		50 tons/día			100 tons/día		
		Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)	Cantidad	Costo unitario (dólares)	Costo por tonelada de celulosa (dólares)
<i>Productos químicos</i>							
Colofonia	kg.	30	0,2765	8,30	30	0,2765	8,30
Alumbre	"	45	0,0764	3,44	45	0,0764	3,44
Caolín	"						
Total				11,74			11,74
<i>Materiales varios</i>							
Guarniciones de la máquina, filtros, telas metálicas				2,00			2,00
Aceites lubricantes, etc.				0,50			0,50
Total				2,50			2,50
<i>Gastos de funcionamiento</i>							
Petróleo combustible	"	370	0,040	14,80	370	0,040	14,80
Leña	ton.						
Mano de obra	Horas-hom.						
Fabricación	"	12,32	0,365	4,50	10,40		3,73
Servicios de la fábrica	"	5,76	0,365	2,10	3,84		1,35
Reparaciones	"	3,20	0,391	1,25	2,00		0,75
Material de reparaciones y de mantenimiento	"			2,00			1,75
Total				24,65			22,38
<i>Administración y supervisión de la fábrica</i>				7,53			4,07
<i>Seguro</i>				4,58			3,16
<i>Gastos sociales generales</i>							
Depreciación, instalaciones y equipo				34,06			24,01
Amortización de costos de inversión durante la construcción				5,37			3,87
Interés sobre el capital fijo				17,89			12,40
Interés sobre el capital de trabajo				6,80			5,23
Total				64,12			45,51
<i>Gastos sociales generales</i>				—			—
<i>Imprevistos</i>				5,78			4,44
Costo total en la fábrica				120,90			93,80
Gastos de venta				4,00			3,00
Precio neto de venta en la fábrica (estimación)				124,90			96,80

TAMAÑO, INTEGRACION Y UBICACION DE LA FABRICA¹

ESTUDIO DE COSTOS DE PRODUCCION E INVERSIONES EN FABRICAS HIPOTETICAS DE PAPEL Y CELULOSA

Documento de la Secretaría

I. INTRODUCCIÓN

En el siguiente estudio se examina la influencia que en términos generales tienen la ubicación, el tamaño y la integración de la fábrica sobre las inversiones y los costos de producción. Se trata sobre todo de las fábricas de pasta al sulfato y de las fábricas integradas, pero también se alude brevemente a la fabricación de papel de diario.

I. Material básico utilizado en el presente estudio

Este estudio se basa principalmente sobre la información contenida en los documentos siguientes:

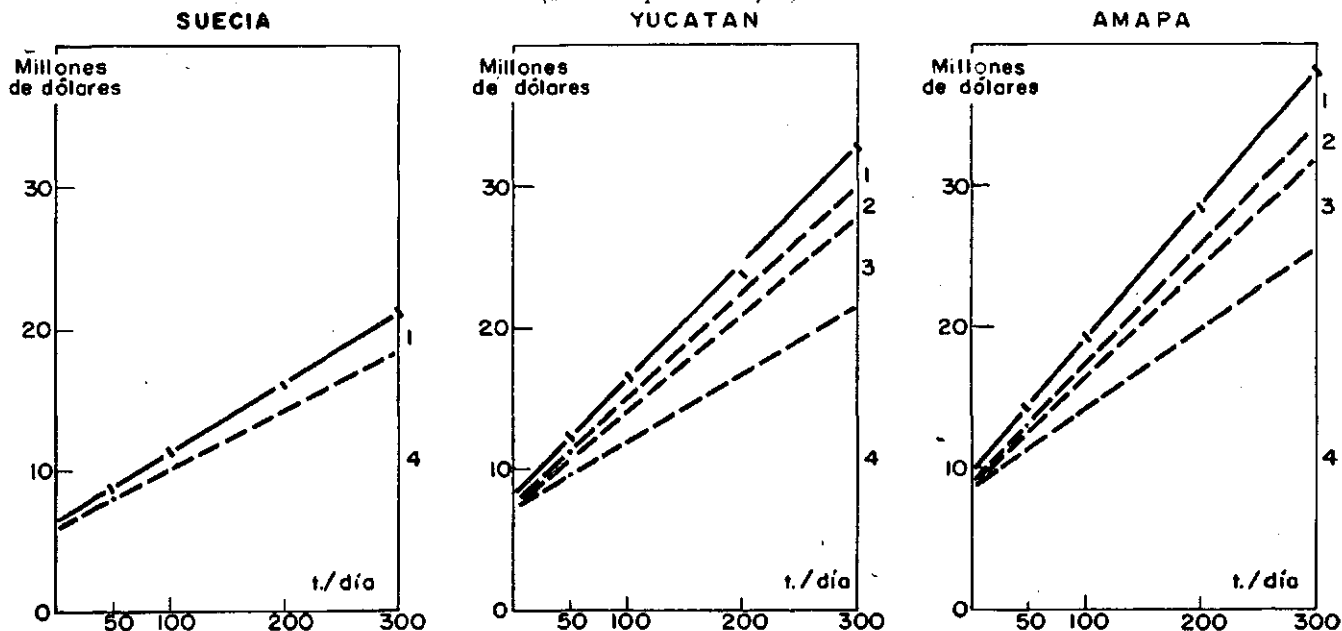
ST/ECLA/CONF.3/L.3.02 *Amapá y Yucatán. Estudio de fábricas hipotéticas de papel y celulosa a base de mezclas de maderas tropicales.* Documento de la Secretaría.

ST/ECLA/CONF.3/L.3.1 *Influencia del tamaño de la fábrica y de la integración en la inversión y el costo de elaboración de papel y celulosa,* por Karlstads Mekaniska Werkstads A. B.

ST/ECLA/CONF.3/L.3.12 *Aspectos económicos de la producción de papel de diario,* por P. R. Sandwell.

Gráfico 1

CAPITAL NECESARIO EN FUNCION DEL TAMAÑO Y LA UBICACION DE LA FABRICA
(Pasta blanqueada al sulfato)



1. Capital de trabajo. 2. Inversión para la población. 3. Inversión forestal. 4. Inversión en la fábrica, incluso servicios.

2. Definiciones

a) Los términos "procedimiento al sulfato" y "fábrica de sulfato" se emplean en el presente estudio para indicar el procedimiento simple (o la fábrica) al sulfato, en que se usa sulfato de sodio como producto químico de compensación, o el procedimiento (o la fábrica) que emplea soda cáustica y azufre, procedimiento que se conoce en general con el nombre de procedimiento azufre-soda.

b) Los pesos y medidas se expresan en el estudio por el

sistema métrico decimal y los valores monetarios, en dólares de los Estados Unidos.

c) El término "conversión a papel" en relación con las fábricas integradas, empleado en lo que respecta a costo de inversión o producción, denota la diferencia entre la operación de tipo integrado y la producción de pasta seca.

d) En el texto o en las expresiones matemáticas se emplean los siguiente símbolos:

Y — para las *necesidades totales de capital*;

y — para las *necesidades de capital por tonelada diaria de capacidad de producción*;

¹ Publicado como documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03, originalmente.

- Z — para el costo diario o anual;
- z — para el costo por tonelada de producto, y
- x — para la capacidad de la fábrica, expresada en toneladas diarias.

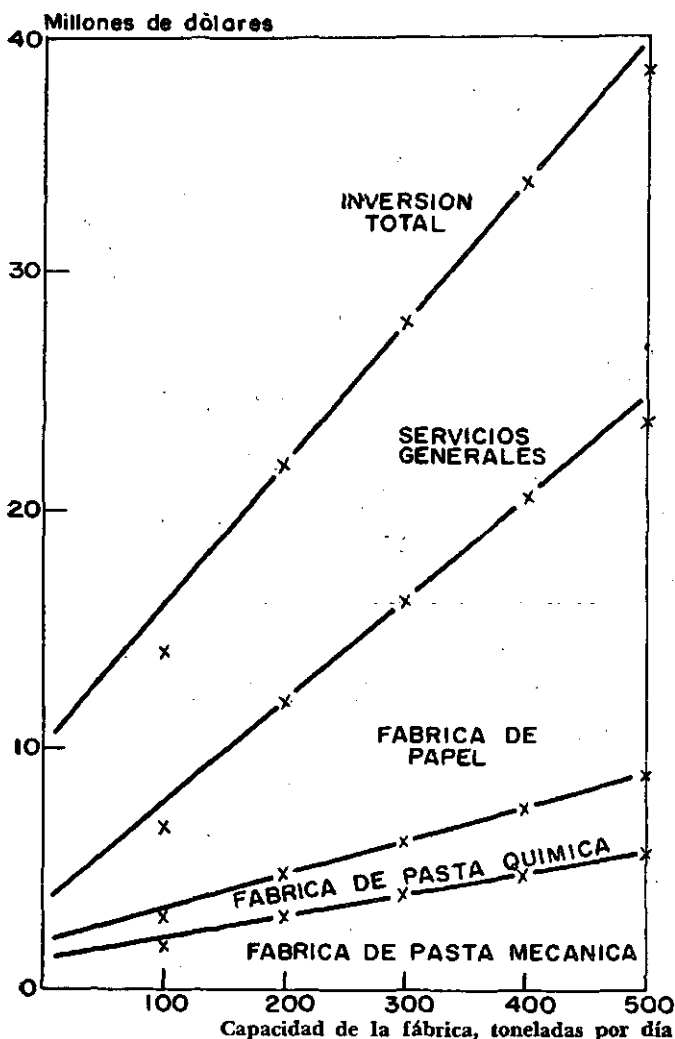
II. INVERSIÓN DE CAPITAL

1. Influencia del tamaño de la fábrica

La información consignada en los documentos básicos revela la existencia de una relación muy estrecha y directa entre la inversión de capital y el tamaño de la fábrica en lo que toca a fábricas de pasta al sulfato de una capacidad como la examinada, es decir, de 50 a 300 toneladas diarias.¹ Ello se pone de manifiesto en el gráfico 1, en el que se indican las necesidades de capital como función del tamaño de la fábrica tratándose de fábricas hipotéticas que producen pasta blanqueada al sulfato en Suecia, Yucatán (México) y Amapá (Brasil). Se obtiene una relación semejante (no des-

Gráfico 2

COSTO DE LA INVERSIÓN EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE LA FABRICA



¹ Las ecuaciones para las líneas de inversión tienen la fórmula general siguiente: (Ec. 1) $Y = kx + C$.

crita) en el caso de fábricas que producen pasta no blanqueada. Se observará que la relación lineal es válida no sólo para la inversión total en las fábricas que producen pasta blanqueada o sin blanquear, sino también para los principales componentes del total: costo de la maquinaria y edificios, inversión en la explotación forestal, viviendas e inversiones en servicios generales para la comunidad. El análisis de los datos —que se toman del documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.02 de la Secretaría— revela que las desviaciones de la línea recta son menores que el margen de error que puede esperarse de cualquier estimación de esta clase.

De la información ofrecida en el documento básico ST/ECLA/CONF.3/L.3.12 se observa también, en el caso de las fábricas de papel de diario, una relación semejante, aunque la desviación de la línea recta es algo mayor. La diferencia más notable se presenta en el caso de la fábrica más pequeña, es decir, de 100 toneladas diarias de capacidad, y se deriva del importe relativamente menor de la inversión destinada a los servicios requeridos para una fábrica de este tamaño (gráfico 2). Respecto a las fábricas cuya capacidad varía de 200 a 500 toneladas por día, las desviaciones son menores que el margen de error que podría esperarse.

El material presentado es de gran variedad, aunque de carácter limitado; se estima que la relación lineal que revela entre la inversión de capital y el tamaño de la fábrica ha quedado suficientemente bien establecida como para emplearla en este estudio en la preparación de cálculos preliminares. Si se acepta esta relación es posible calcular el capital necesario para una fábrica de cualquier capacidad, siempre que se conozcan las necesidades de capital correspondientes a dos fábricas de cualquier tamaño. Por consiguiente, en este estudio —y en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.02 de la Secretaría— se ha seguido este procedimiento en la preparación de cálculos sobre el capital que se requiere para fábricas integradas de papel y celulosa y fábricas no integradas de papel, de capacidad superior a 100 toneladas diarias.

La intersección de la línea de inversión con el eje Y (el valor C) representa, pues, una suma de capital que no tiene relación con el tamaño (o capacidad) de la fábrica; aunque variará de una fábrica a otra según su ubicación y el producto que se ha de elaborar, será constante respecto de un determinado producto en una ubicación determinada, sea cual fuere el tamaño de la fábrica. La pendiente de la línea de inversión (el valor k) representa el capital adicional que será necesario por cada unidad adicional de capacidad de la fábrica; este factor es también constante sea cual fuere el tamaño de la fábrica.

Si se expresa la inversión en función del capital requerido por unidad de capacidad de producción:

$$\left(\frac{Y}{x} = y\right)$$

se tendrá la siguiente función hiperbólica:

$$(Ec. 2) \quad y = \frac{C}{x} + k.$$

Esta ecuación tiene las asíntotas $x = 0$ e $y = k$.

La primera derivada de esta ecuación muestra la variación del monto de capital por unidad de capacidad requerida correspondiente a un aumento unitario de capacidad, en fábricas de diferente tamaño:

$$(Ec. 3) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{C}{x^2}$$

En consecuencia, el ahorro de capital (la expresión es negativa) por cada tonelada de capacidad de producción correspondiente al aumento unitario de capacidad es inversamente proporcional al cuadrado del tamaño en lo que respecta a una ubicación determinada; también en lo que respecta a una ubicación determinada se relaciona directamente con el valor C de la ecuación de la inversión. Esto significa que hay más incentivo para establecer una unidad de producción de mayor capacidad si el valor C es elevado y no bajo. Las fábricas con curvas de inversión en las que el valor C es alto se favorecen más cuando las unidades son más grandes que las que tienen curvas de inversión en que el valor C es reducido, considerado el asunto únicamente desde el punto de vista del costo de inversión. Esto queda demostrado en el gráfico 3, en que se indican las necesidades de capital como función del tamaño de la fábrica en lo que respecta a las secciones para la manufactura al sulfato, al sulfito y de pasta mecánica, como también en el caso de secciones para la manufactura de papel. La parte central revela que en la sección al sulfato (aquella en que el valor C de la curva de inversión es más elevado) se observan las más pronunciadas reducciones en el capital por tonelada diaria a medida que aumenta el tamaño. Las curvas de inversión por tonelada diaria en el caso de las secciones al sulfito y de pasta mecánica son mucho menos pronunciadas; de ahí que el incentivo para establecer unidades más grandes sea considerado menor. Conviene también observar que, contrariamente a lo que podría esperarse, los valores C de las líneas de inversión son bajos en el caso de secciones de fábrica de papel. Esto revela que es

posible establecer secciones de papel relativamente pequeñas en fábricas integradas, sin peligro de que el producto se recargue en forma excesiva, en comparación con empresas en gran escala.

Lo que antecede se refiere a secciones independientes, consideradas como fábricas por sí solas; pero en el caso de una instalación completa integrada, los valores C son aditivos y el valor total C (ΣC) es el factor decisivo que determina el tamaño económico (juzgado desde el punto de vista del costo de inversión) del proyecto en su totalidad (véase Apéndice I). En particular, el valor C de capital requerido para los servicios de la fábrica puede tener una influencia decisiva sobre los costos de inversión por tonelada de producto. Este es, por ejemplo, el caso de la producción de papel de diario.

En los Apéndices I y II se encuentran tabuladas las inversiones por tonelada diaria de capacidad de producción para diferentes tipos de fábrica y diferentes tamaños, así como también los valores C y k para las funciones hiperbólicas correspondientes (ecuación 2).

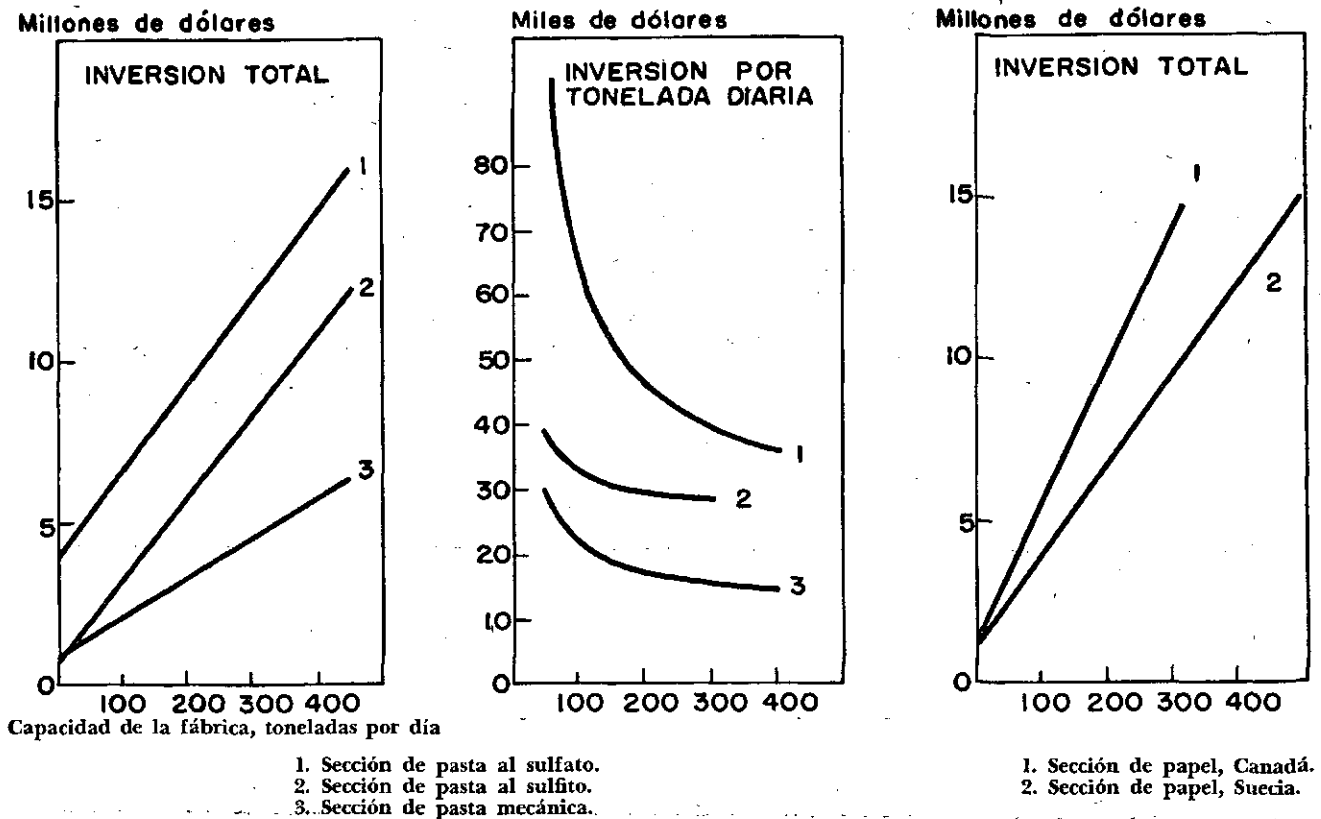
En el cuadro 1 se ofrece otro ejemplo de la gran influencia que ejerce el tamaño de la fábrica sobre las necesidades de capital; en dicho cuadro se presentan las inversiones por tonelada de capacidad de producción diaria como porcentaje de la inversión requerida en la fábrica más pequeña.

2. Influencia de la integración

Para producir papel en una fábrica integrada se requiere una suma de capital menos cuantiosa que la que sería nece-

Gráfico 3

COMPARACION DE LA INVERSION EN FUNCION DEL TAMAÑO (CAPACIDAD) DE LA FABRICA



Cuadro 1

INVERSION DE CAPITAL POR TONELADA DE CAPACIDAD DIARIA COMO PORCIENTO DE LA INVERSION EN FABRICAS DE 50 TONELADAS

(Pasta blanqueada)

	Tamaño de la fábrica, toneladas/día			
	50	100	200	300
Suecia	100	66	45	40
Yucatán	100	69	50	45
Amapá	100	68	50	45

saría para elaborarlo en unidades separadas de fabricación de papel y celulosa. En primer lugar, hay diferencia en el costo de la maquinaria de producción que se necesita; en segundo, hay diferencias en las sumas de capital necesarias para otros propósitos diversos, como servicios de la fábrica —vapor y planta de energía, estación de bombeo, etc.—, edificios, líneas férreas, servicios portuarios, etc. Si las operaciones forestales se miran como parte integrante del proyecto, esta consideración señala también una diferencia en el importe del capital necesario. En el presente estudio, las inversiones forestales se incluyen en los cálculos correspondientes a las fábricas hipotéticas de Yucatán y Amapá, pero no en los referentes al proyecto de Suecia, donde las inversiones forestales han sido indirectamente incluidas en el costo de la madera para pasta, como el precio pagado por su derecho de corte.

En lo que respecta a maquinaria de producción empleada, a continuación se indican los principales rubros de capital que explican la diferencia mencionada:

- costo de la prensa-pasta y secador de pasta;
- costo de la prensa para enfardar y máquinas auxiliares;
- costo del equipo para transportar los fardos de pasta al almacén;¹
- costo del equipo para transportar fardos de pasta al almacén;
- costo del equipo para abrir fardos con la preparación de la pasta;²

El análisis de las cifras de inversión referentes a los tres proyectos presentado en el documento ST/ECLA/CONF.3

¹ En las fábricas integradas puede prescindirse de estas tres partidas de gastos que entrañan la etapa final del procedimiento empleado en una sección separada para la fabricación de pasta.

² En una fábrica integrada puede prescindirse de estas dos partidas de costos que entrañan la primera etapa del procedimiento empleado en una fábrica de papel no integrada.

/L.3.02 de la Secretaría revela que la diferencia en el costo de la maquinaria de producción realmente empleada representa sólo una pequeña parte de la diferencia total de la inversión. El cuadro 2 —en que se dan a conocer las diferencias entre la inversión necesaria para las fábricas de papel no integradas y para las secciones de manufactura de papel de fábricas integradas (cada una con capacidad para 100 toneladas diarias y que producen diversos tipos de pasta blanqueada)— demuestra que las diferencias en el costo de la maquinaria de producción empleada representa el 17 por ciento de la diferencia total de la inversión en Suecia, el 15 por ciento en Yucatán y el 10 por ciento en Amapá.

La diferencia total en las inversiones de capital para la manufactura de papel en fábricas no integradas e integradas de diversos tamaños queda ilustrada en el gráfico 4, donde se la presenta como la diferencia entre las líneas de inversión 1 y 2.

3. Influencia de la ubicación

En este documento se examinará la influencia de la ubicación sobre las necesidades de capital sólo en términos generales y señalando especialmente las diferencias que presenta el establecimiento de fábricas de papel y celulosa en una región desarrollada desde el punto de vista industrial (Suecia) y en regiones menos desarrolladas (Yucatán y Amapá). Dentro de una misma región hay diferentes sitios que ofrecerán ventajas y desventajas especiales que vendrán a influir sobre el monto del capital necesario, pero estas diferencias internas son mucho menos importantes que las derivadas de condiciones regionales totalmente distintas.

Para establecer una fábrica en una región desarrollada desde el punto de vista industrial sólo se requiere por lo común una pequeña cantidad de capital para las operaciones forestales, pues en general se habrán explorado ya los bosques y establecido servicios de transporte (ferrocarriles, aprovechamiento de la corriente fluvial, etc.) Además, para llevar a cabo el proyecto se suele depender de los propietarios de bosques locales, por lo menos en lo que respecta a la obtención de una parte de los suministros de madera para celulosa. El hecho de que se pueda prescindir de la inversión forestal no entraña de necesidad un costo de producción menor, pues, según se explicó antes, está indirectamente incluido en el costo de madera para pasta (precio del derecho de corte). El costo de la madera para pasta será mucho menor en una región menos desarrollada y el derecho de corte puede ser despreciable.

Si se proyecta instalar una fábrica en una región virgen, la inversión necesaria para las operaciones forestales —incluso el estudio preliminar, la construcción de carreteras y

Cuadro 2

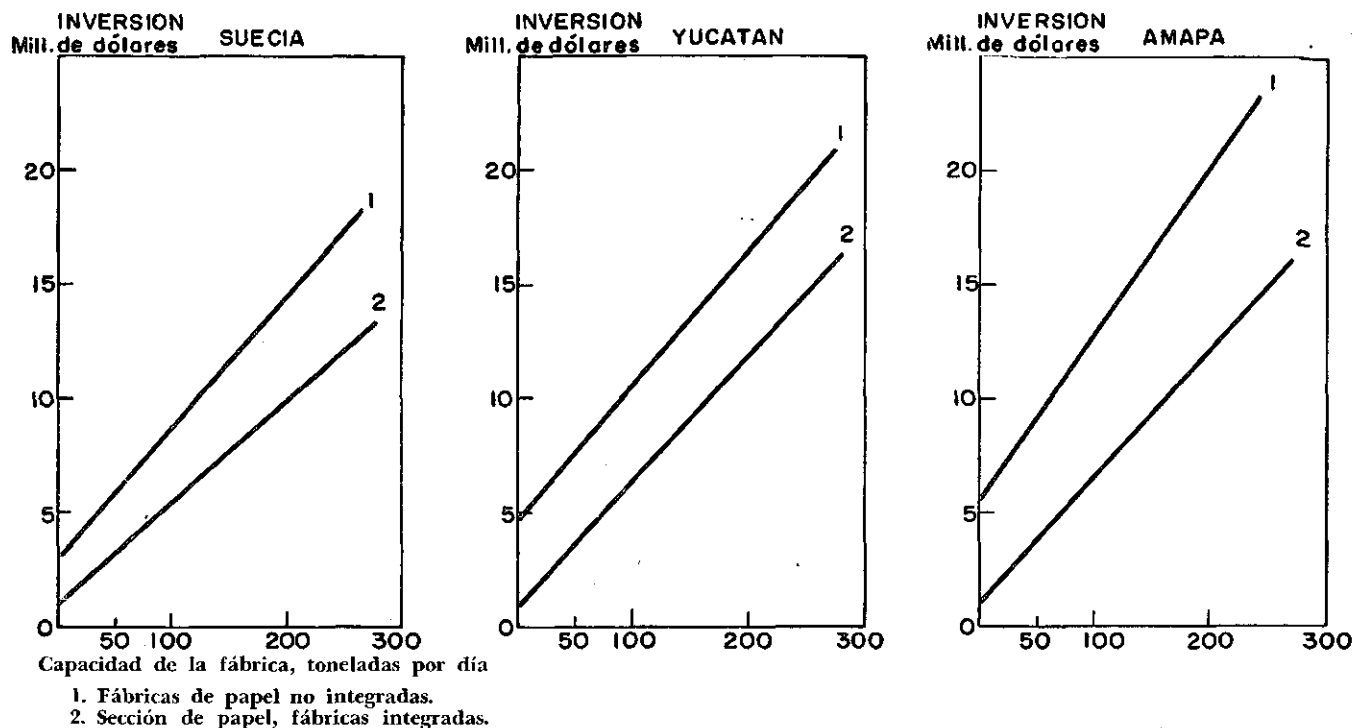
INVERSIONES DE CAPITAL PARA FABRICAS DE PAPEL NO INTEGRADAS Y PARA SECCIONES PRODUCTORAS DE PAPEL DE FABRICAS INTEGRADAS
(Miles de dólares)

	Suecia		Yucatán		Amapá	
	Total	Maquinaria de producción únicamente	Total	Maquinaria de producción únicamente	Total	Maquinaria de producción únicamente
Fábrica de papel no integrada	9.220	3.571	10.725	3.698	12.630	3.801
Sección de papel de fábrica integrada	5.100	2.889	5.975	2.968	6.150	3.176
Diferencia en la inversión	4.120	682	4.750	730	6.480	625
Porcentaje de la diferencia total		17		15		10

Gráfico 4

CAPITAL NECESARIO PARA LAS FABRICAS DE PAPEL EN FUNCION DEL TAMAÑO Y DE LA INTEGRACION

(Papel de pasta blanqueada)



de viviendas para trabajadores y personal directivo— constituye un factor importante del capital total. Como puede verse en el gráfico 1, la inversión forestal en los proyectos de Amapá y Yucatán varía de 11 a 20 por ciento del capital total necesario, según la escala de operaciones; la cifra más alta corresponde a las fábricas de mayor tamaño.

Otro rubro de capital que no se requiere en una región industrializada, pero que es indispensable en una región desarrollada insuficientemente, es el destinado al establecimiento de servicios generales para la comunidad o población (escuelas, hospitales, sistema de abastecimiento de agua, parques, caminos, tiendas, energía eléctrica, etc.) Contra lo que suele creerse, esta partida no representa una proporción muy alta del capital total. En el caso de las fábricas de pasta blanqueada en Amapá y Yucatán varía de 5 a 7 por ciento del total.

Los servicios de transporte —ferrocarriles, caminos, etc.— constituyen un factor de importancia permanente, y a menudo decisivo, desde el punto de vista de la ubicación de la fábrica. Estos servicios suelen estar bien desarrollados en una región industrializada y si se proyecta instalar una nueva fábrica puede ser necesaria sólo una pequeña inversión de capital a tal efecto, por ejemplo, para construir caminos secundarios y ramales de líneas férreas. Pero en una región insuficientemente desarrollada, la inversión necesaria para servicios de transporte puede ser de tal cuantía que obligue a abandonar el proyecto. Este hecho no ha sido destacado en los estudios sobre los proyectos de Amapá y Yucatán, pues en ambos casos se seleccionaron lugares favorables. En Amapá, por ejemplo, se establecerán servicios ferroviarios y portuarios, para facilitar la extracción de mineral de manganeso, actividad que no tiene relación directa alguna con el proyecto de instalación de la fábrica de celulosa. Si en este lugar hubiese sido necesario establecer

medios de transporte exclusivamente para la fábrica de celulosa, se hubiera necesitado una inversión adicional de unos 8 a 10 millones de dólares, o sea casi el capital necesario para establecer en esta región una fábrica de celulosa de tamaño mínimo (50 toneladas diarias). No cabe duda que si se necesitara una inversión adicional de tal cuantía, se descartaría totalmente la posibilidad de instalar una fábrica en pequeña escala. La inversión adicional sería un factor importante —y tal vez hasta decisivo— en el caso de una fábrica de gran capacidad (300 toneladas diarias).

En las regiones menos desarrolladas, una fábrica tiene generalmente que procurarse energía por su cuenta, en tanto que en una región industrialmente desarrollada se suele obtener electricidad de líneas de transmisión públicas o privadas existentes en zonas vecinas.

Otros rubros que contribuyen a aumentar los costos de inversión en las regiones no desarrolladas son las altas tarifas de flete por transporte de maquinaria, los elevados honorarios de técnicos y otros consultores y los cuantiosos gastos en que se incurre en el período inicial. Por otra parte,

Cuadro 3

INVERSION TOTAL EN LOS PROYECTOS DE YUCATAN Y AMAPA COMO PORCIENTO DEL CAPITAL REQUERIDO PARA EL MODELO SUECO

	Fábricas de celulosa		Fábricas integradas	
	Tamaño de la fábrica tons/diarias 50	Tamaño de la fábrica tons/diarias 300	Tamaño de la fábrica tons/diarias 50	Tamaño de la fábrica tons/diarias 300
Suecia	100	100	100	100
Yucatán	140	157	136	143
Amapá	165	184	153	158

puede haber ciertas compensaciones; por ejemplo, la obtención de mano de obra y materiales locales a bajo precio tal vez reduzca las inversiones correspondientes a edificios, servicios portuarios, etc.

El efecto general de todas estas consideraciones hace comprender que se necesita una inversión de capital más cuantiosa para instalar una fábrica en una región no desarrollada que en otra industrializada, y ello queda corroborado plenamente en la comparación (consignada en los apéndices I y II y en el gráfico 1) entre las fábricas hipotéticas en Suecia, Amapá y Yucatán. En el cuadro 3 se indica el capital requerido para los proyectos de Amapá y Yucatán, expresado como por ciento del necesario para el proyecto sueco.

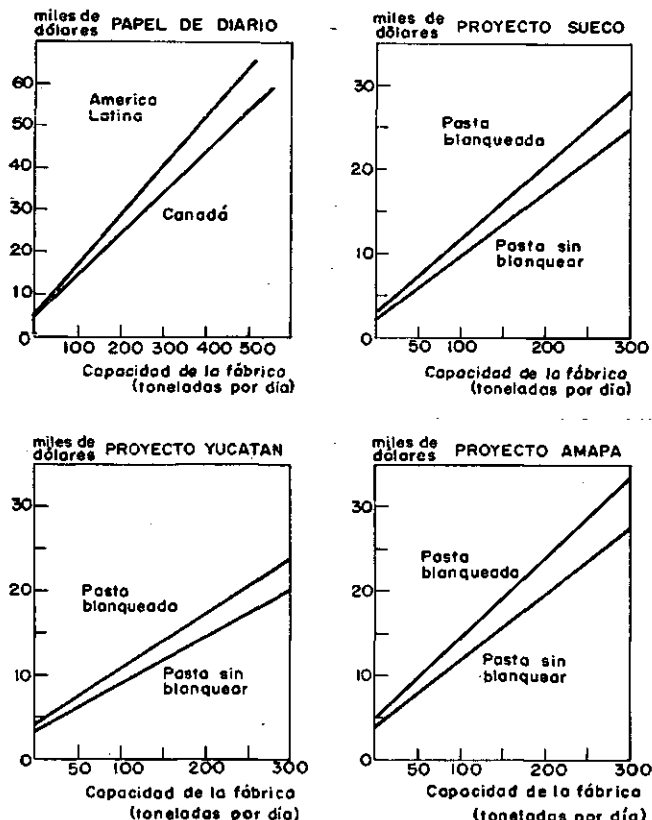
III. COSTO DE PRODUCCIÓN

1. Influencia del tamaño de la fábrica

La información sobre el costo de producción, contenida en el documento ST/ECLA/CONF.3/L. 3.02 de la Secretaría, revela una estrecha y directa relación entre el costo diario (o anual) de producción y el tamaño de la fábrica, relación semejante a la encontrada para la inversión de capital. (Véase gráfico 5). Con excepción de la fábrica más pequeña de papel de diario (100 toneladas por día), las desviaciones de la línea recta son muy pequeñas y generalmente representan menos del 1 por ciento.

Gráfico 5

COSTO DIARIO DE PRODUCCION EN FUNCION DEL TAMAÑO DE LA FABRICA



El costo diario (o anual) como función de la capacidad de la fábrica, puede expresarse por la fórmula general siguiente:

$$(Ec. 4) \quad Z = kx + C$$

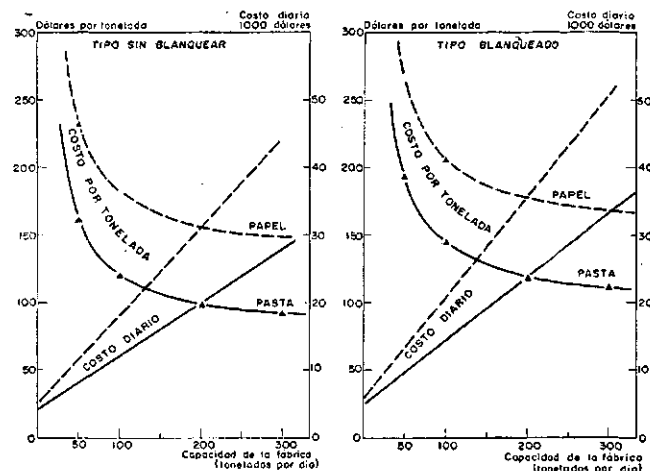
y el costo por tonelada, por la siguiente función hiperbólica:

$$(Ec. 5) \quad z = \frac{C}{x} + k$$

Las líneas que representan las ecuaciones del costo diario y el costo por tonelada se muestran en el gráfico 6 que se refiere a papel y pasta blanqueada y no blanqueada en la fábrica hipotética de Amapá.

Gráfico 6

PROYECTO DE AMAPA
COSTO DIARIO DE PRODUCCION Y COSTO DE PRODUCCION POR TONELADA DE PAPEL Y CELULOSA SIN BLANQUEAR



La semejanza con las investigaciones sobre inversión continúa observándose, pues el análisis muestra que los diversos rubros de costo (a excepción de la madera para pasta), como los rubros de inversión de capital, representan también funciones lineales del tamaño de la fábrica.

No obstante, dentro de los límites de la capacidad examinada, las desviaciones del costo de la madera para pasta no son lo suficientemente pronunciadas como para ejercer una influencia notable sobre el costo total.¹

Se tiene, pues, lo siguiente:

(Ec. 6)

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n = \sum_1^n \frac{C}{x} + k = \frac{\sum_1^n C}{x} + \sum_1^n k$$

De lo que antecede se infiere que el costo de cualquier fábrica independiente que se dedique a operaciones de blanqueo o de conversión de papel puede calcularse en el caso de fábricas de cualquier tamaño, como la diferencia entre las funciones hiperbólicas de la operación combinada y sencilla;² por ejemplo:

¹ En el caso de fábricas grandes, sin embargo, el costo de la madera para pasta puede aumentar en forma pronunciada debido a una distancia mayor hasta la fábrica. Esto revela que para una ubicación dada existe un tamaño máximo de fábrica cuando el aumento del costo de la madera para pasta equilibra las economías obtenidas en el costo de producción a medida que aumenta el tamaño de la fábrica. Pero la relación entre gastos de transporte de la madera para pasta y el tamaño de la operación forestal, según se indica en este estudio preliminar, es muy incierta para que se justifique un estudio del problema desde el punto de vista matemático. Según cálculos aproximados, el tamaño máximo (tomando en cuenta los costos de producción únicamente) parecía fluctuar entre 500 y 1.000 toneladas diarias de capacidad en el caso del proyecto de Amapá.

² Este es un método sencillo para calcular el costo de producción en fábricas que tienen programas de producción mixta, por ejemplo, el costo de producción de pasta blanqueada y sin blanquear, como también de papel blanqueado y sin blanquear en una fábrica de Yucatán

(Ec. 7)

$$z \text{ blanqueo} = z \text{ pasta blanqueada} - z \text{ pasta sin blanquear}$$

y de aquí:

(Ec. 8)

$$z \text{ blanqueo} = \frac{C \text{ blan.} - C \text{ sin blan.}}{x} + k \text{ blanq.} - k \text{ sin blanq.}$$

El valor C de la línea referente al costo de producción diaria, al igual que el valor C de la línea de necesidades de capital, representa la medida del incentivo para establecer unidades productoras de mayor capacidad; la existencia de un valor C elevado denota condiciones favorables para las unidades productoras de mayor capacidad.

En el Apéndice III se presentan tabulados el costo de producción C y los valores k (ecuación 5) correspondientes a fábricas hipotéticas en Suecia, Amapá y Yucatán.

El cuadro 4 pone de manifiesto la gran influencia que ejerce el tamaño de la fábrica sobre el costo de producción.¹

Cuadro 4

COSTO DE PRODUCCION EN UNA FABRICA DE 300 TONELADAS DIARIAS DE CAPACIDAD EXPRESADO COMO PORCIENTO DEL COSTO EN UNA FABRICA DE 50 TONELADAS DE CAPACIDAD

	Pasta		Papel (Fábrica integrada)	
	Sin blanquear	blanqueada	Sin blanquear	blanqueado
Suecia	67	67	71	71
Yucatán	56	55	61	61
Amapá	58	57	64	63

2. Influencia de la integración

El breve examen que a continuación se presenta sobre la influencia de la integración se refiere simplemente a los costos de producción en fábricas integradas, en comparación con la producción en unidades separadas. Por lo tanto, no se hace referencia a los factores de ubicación o de otra índole que pueden determinar en último término la elección entre una y otra posibilidad.

cuya producción anual es como sigue (factores constantes, C y k tomados del Apéndice III):

15,000 toneladas de pasta no blanqueada	}	45,000 toneladas
30,000 toneladas de pasta blanqueada		
6,000 toneladas de papel no blanqueado	}	21,000 toneladas
15,000 toneladas de papel blanqueado		

Costo de la pasta no blanqueada:

$$z_1 = \frac{3,258}{150} + 57,08 = 78,80 \text{ dólares/tonelada}$$

Costo de la pasta blanqueada:

$$z_2 = z_1 + \frac{690}{100} + 8,17 = 93,77 \text{ dólares/tonelada}$$

Costo del papel no blanqueado:

$$z_3 = z_1 + \frac{842}{70} + 36,22 = 127,05 \text{ dólares/tonelada}$$

Costo del papel blanqueado:

$$z_4 = z_2 + \frac{722}{70} + 38,55 = 142,63 \text{ dólares/tonelada}$$

¹ Conviene hacer notar que el presente estudio trata exclusivamente de la influencia del tamaño de la fábrica sobre el costo de producción. Los factores mercado y fletes suelen anular las ventajas económicas de empresas en gran escala o limitar el tamaño de la fábrica, especialmente en las regiones no desarrolladas. En tales casos, es difícil determinar el tamaño máximo que revista interés económico, ya que los diversos tamaños de la fábrica que pueden ser examinados quedan dentro de la pronunciada curva de la función hiperbólica correspondiente al costo.

En el caso de fábricas pequeñas, en especial, una parte importante de la diferencia en costos de producción se debe a la diferencia en los gastos de capital. Esto queda demostrado en el cuadro 5.

El cuadro revela, además, que es enorme la diferencia total entre el costo de conversión de papel en fábricas integradas y no integradas, especialmente en el caso de unidades pequeñas; esto se comprende con más facilidad si se presenta la diferencia en relación con el costo total de la conversión en una fábrica no integrada, como aparece en el cuadro 6. (Véase también el gráfico 7).

Cuadro 5

DIFERENCIA ENTRE LOS GASTOS DE CONVERSION DE PAPEL EN FABRICAS NO INTEGRADAS E INTEGRADAS (PAPEL SIN BLANQUEAR)

(Dólares por tonelada)

	Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día		300 tons/día	
	Costos de inversión	Total	Costos de inversión	Total
Suecia	15,85	26,10	4,98	9,80
Yucatán	27,42	38,80	7,86	15,00
Amapá	28,34	49,50	6,72	20,20

Los cuadros 5 y 6, así como el gráfico 7 muestran ampliamente, en lo que respecta a fábricas de papel situadas a corta distancia de los centros de consumo, la gran ventaja económica de la integración, la cual, especialmente en el caso de unidades pequeñas, muy rara vez podría ser contrarrestada por factores compensadores (tales como bajos costos de flete, gastos de ventas e interés sobre las existencias). En consecuencia, de lo anterior se infiere que toda nueva fábrica de celulosa que se instale (en una región no desarrollada) debe estar, en lo posible, vinculada a una sección de papel que convierta por lo menos parte de su producción.

Cuadro 6

DIFERENCIA ENTRE EL COSTO DE CONVERSION DE PAPEL EN FABRICAS NO INTEGRADAS E INTEGRADAS, EXPRESADA COMO PORCIENTO DEL COSTO TOTAL CORRESPONDIENTE A FABRICAS NO INTEGRADAS

(Papel sin blanquear)

	Tamaño de la fábrica	
	50 tons/día	300 tons/día
Suecia	36	21
Yucatán	42	28
Amapá	41	27

3. Influencia de la ubicación

Antes de examinar el efecto del factor ubicación sobre el costo de producción conviene analizar la importancia relativa de los diversos rubros que intervienen en el costo total. El cuadro 7, en el que se presentan los diversos rubros de gastos como porcentaje del total, se basa en el costo de producción de pasta blanqueada en una fábrica de 200 toneladas diarias de capacidad.

Los dos rubros más importantes son la *madera para pasta* y los *costos de inversión*, que en conjunto representan del 65 al 75 por ciento del total (77 por ciento para Suecia, 71 para Yucatán y 66 para Amapá). En las fábricas más peque-

ñas el por ciento es todavía mayor y ligeramente menor en las más grandes. Si se examinan por separado estas dos partidas de gastos se verá que el costo de la madera para pasta es casi igual a 2,5 veces los costos de inversión en el caso del proyecto sueco, en tanto que en los proyectos de Yucatán y Amapá la situación es inversa, es decir, los costos de inversión son mucho más cuantiosos que el costo de madera para pasta. Este hecho se explica por el precio del derecho de corte cargado al costo de madera para pasta en el proyecto

Cuadro 7

IMPORTANCIA RELATIVA QUE EN EL COSTO TOTAL DE PRODUCCION EJERCEN SUS DIVERSOS COMPONENTES

(Por ciento del total)

	Suecia	Yucatán	Amapá
Madera para pasta	56	27 ^a	29 ^a
Productos químicos y otros materiales	5	7	8
Gastos generales y de operación	18	15	19
Costos de inversión	21	44	37
Gastos en servicios sociales locales	—	7	7
Total	100	100	100

^a Se observará que en esta cifra el 50 por ciento más o menos representa el costo de mano de obra y de personal directivo para la explotación forestal y que los gastos de capital varían de 30 a 35 por ciento.

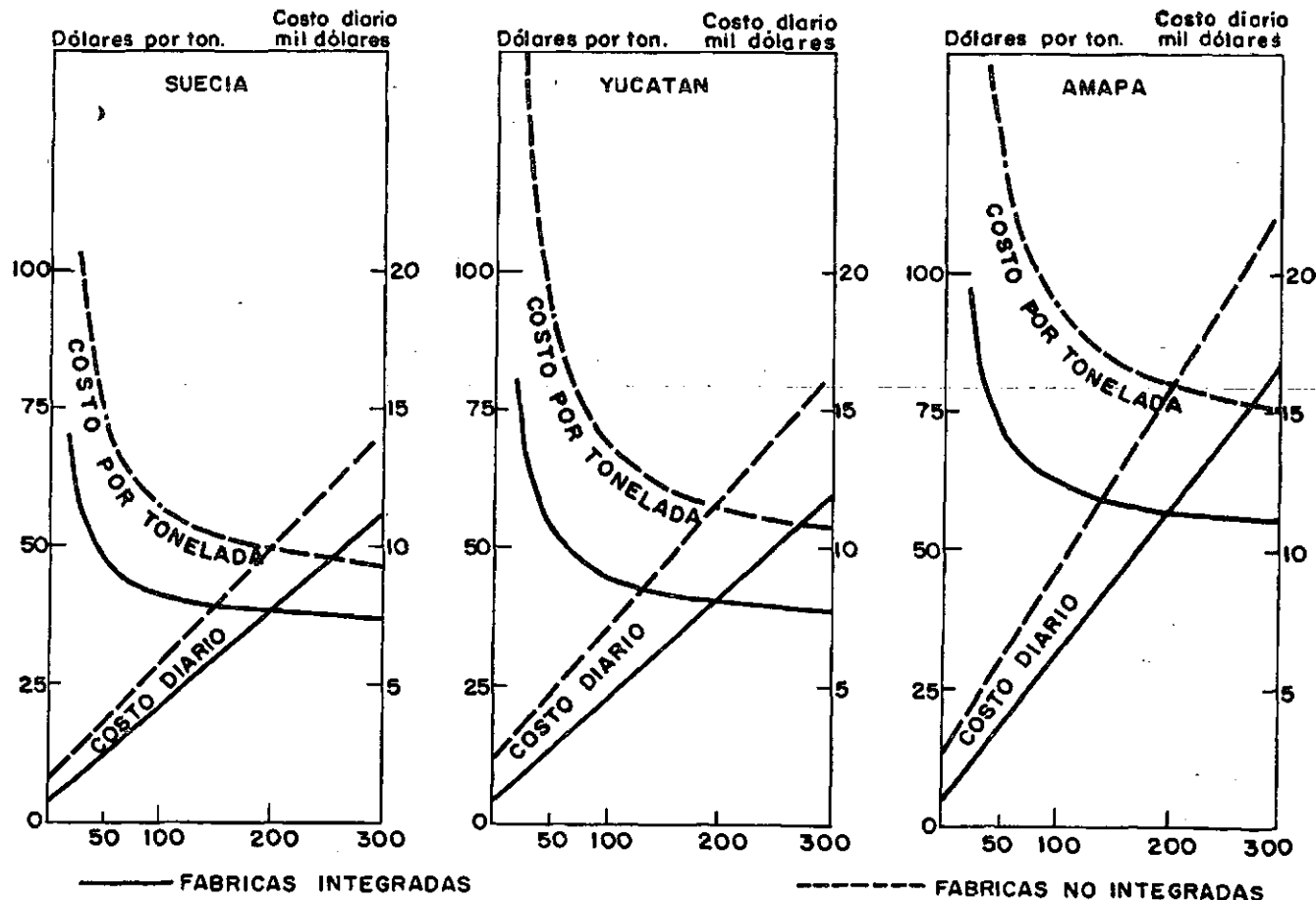
sueco, así como por las inversiones e intereses de mayor cuantía sobre el capital necesario para las fábricas en el caso de Amapá y Yucatán.

En las fábricas de pasta no integradas, los productos químicos y otros materiales diversos (fieltro, alambres, aceites lubricantes, etc.), representan en conjunto sólo un pequeño por ciento del costo total, que varía del 5 por ciento en el caso del proyecto sueco al 8 por ciento en lo que respecta a Amapá. Esto es sorprendente, ya que para el último proyecto, por ejemplo, la cal tendrá que traerse de un depósito situado a 550 kilómetros del lugar de la fábrica, y será necesario importar el sulfato de sodio o el azufre. En consecuencia, se puede afirmar que —contrariamente a lo que se suele suponer— la posibilidad de obtener cerca del lugar de la fábrica productos químicos para los diversos procedimientos no es, por regla general, el factor decisivo del que depende la viabilidad de todo proyecto de creación de una fábrica de pasta. Aunque en menor grado, esta afirmación es también válida en lo que respecta a fábricas integradas. Para una fábrica integrada de 200 toneladas situada en Amapá, esta partida de costos representa el 13,5 por ciento del de producción total, y en Yucatán el 15 por ciento.

Los gastos generales y de operación, que constituyen la partida de gastos más importante después de los costos de inversión y de madera para pasta, representan casi el mismo por ciento del costo total para todos los tamaños de fábricas. Esto se refleja en el cuadro 8, en relación con fábricas que producen 200 toneladas de pasta blanqueada.

Gráfico 7

COSTO DE CONVERSION PARA PAPEL NO BLANQUEADO EN FUNCION DEL TAMAÑO, LA INTEGRACION Y LA UBICACION DE LA FABRICA



Cuadro 8

GASTOS GENERALES Y DE OPERACION EXPRESADOS COMO PORCIENTO DEL COSTO TOTAL DE PRODUCCION

(Pasta blanqueada)

	Tamaño de la fábrica (toneladas/día)			
	50	100	200	300
Suecia	21	21	18	18
Yucatán	14	15	15	15
Amapá	17	17	17	17

Del cuadro 8 se deduce también que la influencia del factor ubicación no es muy importante en las fábricas de gran capacidad; en las más pequeñas, el bajo costo de la mano de obra (y de la leña) contribuye a reducir la cifra correspondiente al proyecto de Yucatán y Amapá en comparación con el proyecto sueco.

Finalmente, el cuadro 7 revela que los gastos en servicios sociales para la población son de relativa importancia: 7 por ciento del costo total. Al igual que los gastos de operación, la importancia relativa de este rubro es prácticamente la misma en cualquier tamaño de fábrica.

IV. CONCLUSIONES

A continuación se enumeran algunas de las principales conclusiones que pueden derivarse de los datos presentados en este estudio:

1) Dentro de los límites de capacidad de las fábricas al sulfato examinadas —a saber, de 50 a 300 toneladas diarias—, hay una relación directa entre la inversión total de capital y el costo de producción anual (o diaria), por una parte, y el tamaño de la fábrica, por la otra.

2) Se observa también una relación semejante en lo que respecta a fábricas de papel de diario, secciones productoras de pasta mecánica y al sulfato y secciones para la manufactura de papel.

3) La relación directa es válida no sólo desde el punto de vista de la inversión total (o costo), sino también para los distintos componentes de este total.

4) La inversión o costo de producción por tonelada de capacidad o producto es una función hiperbólica del tamaño de la fábrica, que tiene la fórmula general siguiente:

$$y \text{ o } z = \frac{C}{x} + k.$$

5) Las líneas rectas y las funciones hiperbólicas constituyen una manera sencilla de calcular el capital necesario o el costo de producción correspondiente a una fábrica de cualquier capacidad, siempre que se disponga de información sobre dos fábricas de cualquier tamaño. Este procedi-

miento es especialmente útil para determinar el costo de inversión o de producción en proyectos de fábricas con programas de producción mixto y alternado o de ambos tipos.

6) El valor C de la función hiperbólica referente al costo constituye la medida del incentivo para establecer una unidad de gran capacidad productora: la existencia de un valor C elevado denota gran incentivo.

7) En lo que respecta a las fábricas al sulfato, fábricas integradas y fábricas de papel de diario (de elevado valor C), es enorme la influencia que ejerce el tamaño de la fábrica sobre la inversión por capacidad unitaria y sobre el costo de producción. En las fábricas de las regiones no desarrolladas tal influencia es mayor que en los países industrializados; por consiguiente, es mayor el incentivo económico para establecer unidades de mayor capacidad.

8) Las fábricas de celulosa establecidas en una región no desarrollada requieren mayores inversiones de capital que las instaladas en regiones industrializadas (generalmente del 50 al 70 por ciento mayores): las inversiones en operaciones forestales explican una gran proporción de esta diferencia (11 a 20 por ciento).

9) La influencia del tamaño de la fábrica sobre los costos de conversión de celulosa en papel es mucho mayor en una fábrica no integrada que en otra de tipo integrado: esto confirma la posibilidad económica de establecer secciones pequeñas para la manufactura de papel vinculadas a fábricas de celulosa de mayor capacidad.

10) Los dos rubros más importantes del costo de producción de pasta al sulfato son los costos de inversión y de madera para pasta, que representan en conjunto del 65 al 75 por ciento del total, con independencia del lugar en que está situada la fábrica; sin embargo, la relación entre cada uno de estos rubros es completamente distinta en el caso de fábricas instaladas en regiones industrializadas y no desarrolladas; el costo de la madera para pasta es más importante en el primer caso y los gastos de capital, en el segundo.

11) La posibilidad de obtener productos químicos cerca del lugar de la fábrica no es, por regla general, el factor decisivo del cual dependa la viabilidad de todo proyecto para la construcción de una fábrica de celulosa, pues el costo de este rubro no representa más del 5 al 8 por ciento del costo de producción total.

12) Al contrario de lo que se suele creer, los gastos generales en servicios sociales para la población no representan una alta proporción del costo de producción total; por regla general, varían entre el 5 y el 8 por ciento tan sólo.

13) El desarrollo de servicios de transporte entraña por lo común cuantiosas inversiones de capital: en muchos casos la cuantía de éstas es tal que obliga a desechar por completo proyectos independientes relativos a la instalación de fábricas de papel y celulosa en regiones no desarrolladas.

Apéndice I

CAPITAL NECESARIO POR TONELADA DE CAPACIDAD DIARIA. FABRICAS DE CELULOSA
(Miles de dólares)

	Tamaño de la fábrica, tons/día								Constantes de las funciones hiperbólicas			
	50		100		200		300		Pasta sin blanquear		Pasta blanqueada	
	Pasta sin blanquear	Pasta blanqueada	Pasta sin blanquear	Pasta blanqueada	Pasta sin blanquear	Pasta blanqueada	Pasta sin blanquear	Pasta blanqueada	C	k	C	k
<i>Suecia</i>												
Inversiones en la fábrica ^a	131	160	85	104	58	70	52	61				
Capital de trabajo	12	14	10	11	9	10	8	9				
Total	143	174	95	115	67	80	60	70	4.862	43,63	6.419	48,33
<i>Yucatán</i>												
Inversiones en la fábrica ^a	160	192	103	124	69	82	61	72				
Inversiones forestales	21	23	20	22	20	21	20	22				
Inversiones en servicios sociales locales	10	12	8	9	7	7	6	6				
Capital de trabajo	13	15	10	11	8	9	8	9				
Total	204	242	141	166	104	119	95	109	6.674	72,68	8.215	81,69
<i>Amapá</i>												
Inversiones en la fábrica ^a	185	226	119	144	80	96	72	85				
Inversiones forestales	21	23	20	22	19	22	20	22				
Inversiones en servicios sociales locales	12	13	9	10	7	8	7	7				
Capital de trabajo	18	21	14	16	12	14	11	13				
Total	236	283	162	192	118	140	110	127	7.562	84,34	9.480	96,8

^a Comprende los servicios propios de la fábrica, honorarios de los técnicos, amortización de los costos de inversión durante la instalación y de viviendas.

Apéndice II

CAPITAL NECESARIO POR TONELADA DE CAPACIDAD DIARIA. FABRICAS DE PAPEL INTEGRADAS Y NO INTEGRADAS
(Miles de dólares)

	Fábricas no integradas				Fábricas integradas			
	Papel sin blanquear		Papel blanqueado		Papel Sin blanquear		Papel blanqueado	
	Tamaño de la fábrica, tons/día	Tamaño de la fábrica, tons/día	Tamaño de la fábrica, tons/día	Tamaño de la fábrica, tons/día	Tamaño de la fábrica, tons/día	Tamaño de la fábrica, tons/día	Tamaño de la fábrica, tons/día	Tamaño de la fábrica, tons/día
	50	100	50	100	50	100	50	100
Suecia	126	90	128	92	206	147	240	166
Yucatán	154	106	156	107	278	201	317	227
Amapá	176	124	179	126	310	223	358	255
	Constantes de las funciones hiperbólicas							
	C	k	C	k	C	k	C	k
Suecia	3.540	54,70	3.570	56,50	5.910	88,10	7.390	92,50
Yucatán	4.805	57,60	4.865	58,60	7.695	124,40	8.990	137,10
Amapá	5.170	72,10	5.250	73,80	8.760	134,40	10.310	151,60

Apéndice III

FUNCIONES HIPERBOLICAS REFERENTES AL COSTO

Las funciones tienen la fórmula general $z = \frac{C}{x} + k$

en la cual, z = costo en dólares por tonelada. x = tamaño de la fábrica en toneladas por día.

	Proyecto sueco		Proyecto de Yucatán		Proyecto de Amahá	
	C	k	C	k	C	k
<i>Costos de fábrica</i>						
<i>Fábrica de pasta</i>						
1. Pasta sin blanquear.	2,399	75,36	3,258	57,08	4,052	78,73
2. Pasta blanqueada.	2,965	88,55	3,948	65,25	4,865	95,11
3. Blanqueo (2-1).	566	13,19	690	8,17	813	16,38
<i>Fábrica integrada</i>						
4. Papel sin blanquear.	3,010	110,50	4,100	93,30	5,050	130,90
5. Papel blanqueado.	3,420	126,80	4,670	103,80	5,870	148,40
<i>Conversión en papel</i>						
6. Fábrica integrada, papel sin blanquear (4-1).	611	35,14	842	36,22	998	52,17
7. Fábrica integrada, papel blanqueado (5-2).	455	38,25	722	38,55	1,005	53,29
8. Fábrica no integrada, papel sin blanquear.	1,550	41,80	2,280	46,40	2,710	66,70
<i>Gastos de venta</i> (Para calcular el valor neto de las ventas en la fábrica a base del costo neto de la fábrica)						
9. Celulosa.	100	1,50	70	0,80	100	1,50
10. Papel.	100	2,00	100	1,50	100	2,00

ASPECTOS FORESTALES DEL PLANEAMIENTO DE FABRICAS DE PAPEL Y CELULOSA EN LAS REGIONES FORESTALES¹

Documento de la Secretaría

1. INTRODUCCIÓN

Se ha comprobado que, desde el punto de vista técnico, es posible fabricar celulosa a base de las especies tropicales, aisladas o en mezclas; pero todavía no se ha determinado la realización económica de tal posibilidad en cuanto a la colocación de los productos en el mercado mundial o con el objetivo más restringido de abastecer la demanda local o regional, que, lógicamente, presenta las perspectivas más favorables. La descentralización de la producción de papel y celulosa a partir de las especies tropicales, entraña el establecimiento de industrias complejas en regiones poco desarrolladas, tanto económica como industrialmente, y crea numerosos problemas nuevos. Aunque los problemas técnicos admitan una solución ulterior, pueden, sin embargo, ocasionar muchas dificultades en la primera etapa del trabajo, elevando los costos de producción. Las celulosas fabricadas en estas condiciones competirán con dificultad en los mercados mundiales, regionales o locales, especialmente porque a menudo son de inferior calidad a la de las que exportan los centros tradicionales de producción.

Antes de establecer una fábrica de celulosa en una región tropical poco desarrollada, es indispensable comprobar que el sitio elegido no sólo sea bueno, sino el mejor de la zona, con el objeto de que la producción futura disponga del máximo de seguridad desde los puntos de vista técnico, económico y comercial. Esto puede ser evidente para el técnico, pero la práctica ha demostrado que los autores de los proyectos para establecer las plantas, con frecuencia no tienen en cuenta estas consideraciones y, después de un breve reconocimiento de las regiones tropicales, recomiendan instalarlas en unas u otras localidades, sin efectuar un estudio preliminar sistemático. Muy a menudo se elige el lugar sólo por su cercanía a los recursos forestales; éstos, aunque sean vastos, es posible que no estén totalmente inventariados. A continuación pueden seguir ensayos muy costosos, pero generalmente inadecuados. A la luz de los resultados, los industriales llegan a creer —con toda buena fe— que pueden elaborarse planes de fomento e interesar en ellos a los inversionistas. Después de muchos meses, a veces años, de estudios realizados a base de datos inexactos, puede comprobarse que no se cuenta con todas las condiciones necesarias para la instalación de una planta celulósica, que todo el problema debe volver a estudiarse desde un comienzo, que se ha desperdiciado el tiempo y el dinero.

2. FORMULACIÓN DE UN PLAN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo pretende definir las bases metodológicas para el planeamiento racional de la instalación de nuevas plantas en zonas tropicales poco desarrolladas, destinadas a evitar la repetición de muchos errores en que se ha incurrido con demasiada frecuencia en el pasado.

¹ Publicado como documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.04, originalmente.

Deben investigarse los siguientes problemas:

1) ¿Es conveniente la producción local de papel y celulosa en la zona o región en estudio? El problema se circunscribe a los mercados.

2) ¿Hay cantidad suficiente de la materia prima principal? ¿Podrá el rendimiento forestal abastecer a largo plazo las necesidades de una unidad industrial? ¿Puede suministrarse económicamente este material a la fábrica? ¿Es apropiada esta materia prima, desde el punto de vista técnico?

3) ¿En qué condiciones se verifica el abastecimiento de energía, agua y materias primas secundarias?

4) ¿Serán los papeles y celulosas producidos suficientemente satisfactorios en cuanto a cantidad, calidad y precio, para venderse en condiciones normales?

Las respuestas a estas preguntas permitirán elaborar un plan general con indicación de los estudios que deben emprenderse.

1) Mercados

- a) Tamaño y estructura del mercado actual
- b) Perspectivas y potencialidades futuras

2) Materias primas

- a) Estudio completo
- b) Cálculo del costo puesto en fábrica

3) Abastecimiento de agua y eliminación de aguas servidas

4) Productos químicos

- a) ¿Pueden producirse localmente algunos?
- b) ¿Hay necesidad de importar otros?

5) Combustible y energía

- a) Fuentes disponibles
- b) Posibilidades hidroeléctricas

6) Transporte

- a) Flete de entrada
 - b) Flete de salida
- Costo por tonelada-kilómetro

7) Adecuación técnica de la celulosa fabricada localmente: preparación de estimaciones detalladas de costo

8) Elección del terreno

9) Personal

- a) Local
- b) Extranjero

10) Finanzas

- a) Locales; posible participación en la fuente de materia prima
- b) Extranjeras; posible participación de empresa ya en funcionamiento
- c) Cláusulas de convenios (requiere especial cuidado)
- d) Repercusión sobre la economía del país

11) *Apreciación de las perspectivas reales de producción, es decir, conclusiones y recomendaciones*

12) *Realización*

- a) Organización
- b) Preparación de un plan preliminar
- c) Relaciones interindustriales

3. FASES DE LA INVESTIGACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Este trabajo se limita a una exposición de los estudios preliminares que deben hacerse sobre la materia prima principal, en este caso, el bosque tropical y la mezcla de especies que contiene. Pueden distinguirse cuatro etapas:

La primera tarea consiste en seleccionar una amplia zona geográfica dentro de la cual, por investigaciones generales y estudios parciales, existen razones *a priori* para creer que reúne las condiciones adecuadas a fin de establecer nuevas industrias celulósicas.

La próxima etapa es la selección, dentro de esa amplia zona geográfica, de una o más localidades que merecen un estudio más profundo. Esta elección se hará partiendo de las condiciones silvícolas generales (extensión y localización de los bosques) y en razón de la topografía, posibilidades de transporte, etc.

A continuación, cada una de estas localidades debe estudiarse en detalle, de manera que puedan compararse sus ventajas y desventajas; estos estudios deben permitir la proposición de una o más localidades definitivas para el establecimiento de centros industriales.

Finalmente, en cada localidad propuesta deben realizarse estudios muy exactos para determinar la capacidad de producción, los planes de explotación y administración y la adaptación de las técnicas industriales a las condiciones locales, relacionándolos especialmente con la composición cualitativa y cuantitativa del bosque.

a) *Elección de la zona general*

Desde hace mucho tiempo se confiere fundamental importancia a esta primera etapa en el planeamiento del fomento y descentralización de la producción de papel y celulosa. La FAO ha sido comisionada por el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas¹ para realizar una serie de investigaciones en el plano nacional y regional con el fin de señalar las zonas que se prestan para el desarrollo. Los resultados de este trabajo han sido registrados en un informe general;² en otro informe simultáneo se da cuenta de una investigación conjunta realizada por la CEPAL y la FAO en América Latina.³

Estas investigaciones fueron dirigidas por grupos de expertos, algunos de ellos especialistas en materia prima y otros en transformación industrial; lógicamente no es posible separar ambos aspectos en las investigaciones de este tipo.

Este estudio no hará un análisis detallado de esta primera etapa, por cuanto ya se han publicado las conclusiones generales. Con los datos e informaciones de los informes mencionados puede el inversionista —tomando en consideración los factores especiales políticos, financieros y nacionales— delimitar su selección.

¹ Resolución 374 (XIII), 13 de septiembre de 1951.

² UN/FAO, *World Pulp and Paper Resources and Prospects*, Nueva York, 1954.

³ CEPAL/FAO, *Posibilidades de desarrollo de la industria de papel y celulosa en la América Latina* (documento E/CN.12/294/Rev. 2).

b) *Selección de los sitios más favorables dentro de la zona*

Esta selección se hará sobre la base de dos tipos de criterio: a) condiciones generales del bosque y b) condiciones topográficas que afectan a la explotación, entrega de la materia prima a la fábrica y remisión de los productos elaborados. La primera serie de condiciones sólo podrá determinarse después de realizar un inventario de los recursos forestales de la zona. Teóricamente este inventario debería, por supuesto, ser todo lo exacto y completo que fuera posible; sin embargo, como se trata de una zona muy vasta, no se puede esperar el logro de un grado de precisión ideal. Será necesario contentarse con un mapa general, con alguna indicación de detalles topográficos y forestales, que interpretarán los técnicos familiarizados con la zona y su vegetación.

La información necesaria podrá obtenerse partiendo de fotografías aéreas en escala de 1:40.000, pero este tipo de inventario, si se realiza sistemáticamente en una gran extensión, constituye un trabajo largo y costoso que deberá mantenerse, por consiguiente, dentro de límites estrictos. Por esta razón, la primera tarea debe ser la de descubrir, estudiar e interpretar toda la documentación disponible sobre la zona, que comprenderá:

i) Mapas generales, topográficos y botánicos a diversas escalas.

ii) Fotografías aéreas de ciertas partes de la zona, aun cuando hayan sido tomadas para fines distintos de los que aquí se consideran. (En casi todos los países se han tomado fotografías por la fuerza aérea nacional propia, la Fuerza Aérea del Ejército de los Estados Unidos o por la Real Fuerza Aérea británica, durante la última guerra mundial. Después de las gestiones de rigor se podrán facilitar a los investigadores y su estudio e interpretación resultarán muy útiles.)

iii) Inventarios de ciertos tipos de rodales que se encuentran en la zona y estudios botánicos diversos.

iv) Estudio y análisis de las especies que existen en la zona, realizados por distintas instituciones especializadas.

Este trabajo inicial es indispensable; si se lleva a cabo eficientemente, se ahorra tiempo y se evitan nuevos y costosos estudios.

La tarea siguiente consiste en recopilar y coordinar los distintos elementos de esta investigación preliminar, porque en el transcurso de ella sólo se trataba de recolectarlos, interpretarlos y estudiarlos separadamente, trabajo útil —en realidad indispensable—, pero que en la mayoría de los casos, es necesario reconocerlo, sólo permitirá reunir una información incompleta. Las investigaciones deben ampliarse para incluir las zonas que no han sido estudiadas, por medio de fotografías aéreas a gran escala y rápidos reconocimientos terrestres, siempre que, de acuerdo con otras informaciones disponibles, tengan interés desde el punto de vista topográfico y forestal. El trabajo preliminar habrá permitido limitar estos nuevos estudios a su estricto mínimo.

El estudio de toda la documentación, tanto de los datos e informaciones recogidas anteriormente como de los recientemente adquiridos, permitirá seleccionar las localidades más favorables dentro de la zona para la futura instalación de la fábrica de celulosa. Estas localidades deben cumplir los siguientes requisitos:

i) reunir las condiciones generales para la instalación de una gran industria;

ii) que haya volumen suficiente de materia prima para satisfacer las necesidades industriales futuras, por lo menos dentro de un plazo mediano, y

iii) que se vea posibilidad de realizar en forma económica

la explotación, extracción y transporte de la materia prima de la fábrica, y el envío de los productos elaborados a los centros de consumo, manufactura o exportación.

c) Estudios relativos a la selección de la ubicación

En las investigaciones hasta ahora indicadas se habrá dado especial importancia al suministro de maderas como principal factor determinante en la elección del terreno, pero no deben descuidarse las investigaciones que se refieren al abastecimiento de agua, energía y otros materiales para la fábrica. En la nueva etapa estos aspectos adquieren mayor importancia. El terreno se elegirá sobre la base del estudio de todos los factores, y no solamente del aspecto silvícola, que predominó en las primeras etapas de la investigación.

No es tarea fácil indicar con exactitud los estudios que deben emprenderse para elegir la mejor localidad, y en realidad las investigaciones particulares necesarias diferirán según el caso. Sin embargo, deben orientarse principalmente hacia los aspectos que las investigaciones previas han indicado como especialmente ventajosas o desfavorables. En ciertos casos podrá ser necesario realizar reconocimientos aéreos o terrestres más intensos con el fin de evaluar con mayor exactitud el volumen y la composición del bosque.

d) Estudio detallado de la ubicación escogida

Finalmente deben realizarse estudios cuantitativos y cualitativos para determinar lo siguiente:

- i) capacidad de producción de la fábrica proyectada;
- ii) métodos de elaboración, ya sea para el tratamiento de especies aisladas o de mezclas, y
- iii) planes a largo y mediano plazo para la explotación y ordenación del bosque dentro de la zona.

Estos tres elementos son indispensables para realizar un estudio económico exacto de las condiciones de producción. Sólo cuando se hayan determinado estos puntos será posible elaborar los planos de la fábrica y realizar estimaciones preliminares de los costos de producción, necesidades de capital y rentabilidad.

Los estudios señalados requieren la recopilación de gran cantidad de datos cuantitativos y cualitativos para los cuales no sólo es necesario realizar investigaciones sobre el terreno y detalladas pruebas de laboratorio, sino que también deben emprenderse ensayos en escala industrial o semiindustrial.

e) Inventarios forestales

Los inventarios forestales proporcionarán los siguientes datos cuantitativos, por tipo de rodales:

- i) zonas forestales productivas;
- ii) volumen total de madera en pie;
- iii) volumen analizado por especies o por grupos de especies (los grupos de especies apropiados se determinarán según el trabajo ya realizado en otras regiones en la cuales imperan condiciones similares), y
- iv) volumen de cada especie, ya sea por edad o diámetro.

Estos inventarios, lógicamente, no podrán realizarse con la precisión acostumbrada en las regiones templadas. El único método práctico consiste en combinar la fotografía aérea con un muestreo suficientemente intenso sobre el terreno.

En general, las fotografías en escala de 1:20.000 proporcionarán la información que, complementada por rápidos reconocimientos terrestres, permita definir y delimitar los tipos de rodales para la selva tropical. A continuación deben elegirse muestras adecuadas de terreno en las que se realizarán estudios botánicos y mediciones para calcular los volú-

menes medios. Estas cifras, al aplicarse a las áreas totales en cada tipo de asociación, permitirán calcular los volúmenes totales.

Si se dispone de alguna información sobre el bosque —por ejemplo, si se sabe que es de un tipo menos heterogéneo, en que predomina cierta especie—, el trabajo de muestreo terrestre puede reducirse o acelerarse. En tal caso las fotografías en escala de 1:10.000, obtenidas por medio de reconocimientos aéreos adicionales, proporcionarán datos bastante exactos sobre la composición y distribución de las especies y sobre la altura de los árboles. Debe, sin embargo, señalarse que en el bosque ecuatorial típicamente heterogéneo raras veces será posible disponer de informaciones exactas proporcionadas exclusivamente por la fotografía aérea: normalmente, el reconocimiento terrestre formará parte indispensable de cualquier inventario.

f) Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio son necesarias para obtener informaciones sobre las características físicas y químicas importantes de la especie dominante y de los grupos de especies que deberán mezclarse, condición esencial para que el muestreo se ciña a normas estrictas y se puedan obtener resultados valiosos. En esta materia se han señalado reglas y precauciones precisas que no pueden exponerse en detalle en este corto trabajo. Es probable que las siguientes pruebas sobre muestras preparadas deban realizarse en laboratorios especializados:

- i) investigación de las características físicas y químicas pertinentes de cada especie dominante o importante, y
- ii) estudio sistemático de la elaboración de celulosa o pasta a base de (a) cada especie dominante y (b) diversas mezclas de especies.

g) Pruebas y ensayos industriales

Por último, deben emprenderse investigaciones para determinar el procedimiento de elaboración que se utilizará (o para determinar los métodos de aplicación de un procedimiento ya utilizado en otras localidades). Estos estudios se dividirán en tres etapas:

- i) determinación del procedimiento;
- ii) determinación de la mejor mezcla, tomando en cuenta: (a) la necesidad técnica de seleccionar al mínimo a base de la mezcla natural; (b) la necesidad económica de aprovechar íntegramente el bosque, considerando las necesidades de combustibles; (c) calidad de celulosa que se desea fabricar, y (d) consumo de energía, agua, combustibles y reactivos, y
- iii) determinación de las condiciones industriales en que se utilizaría la celulosa: (a) ensayos en máquinas papeleras de alta velocidad; (b) ensayos de calidad, y (c) ensayos de mezclas con celulosas corrientes.

Estas pruebas deben iniciarse en el laboratorio, para establecer las normas técnicas, y continuarse en una planta piloto o en escala semiindustrial, para confirmar los resultados de las pruebas de laboratorio y obtener datos adicionales de naturaleza económica.

4. CONCLUSIÓN

Los problemas forestales que surgen al planear el establecimiento de una fábrica de papeles y celulosa en el trópico son evidentemente complejos y difíciles de solucionar. Se podrá poner en duda la real necesidad de todos los estudios aquí señalados. Debe admitirse que el plan de investigación

delineado es, en cierto sentido, un programa máximo. Aunque la información completa será útil, incluso esencial para el planeamiento de una industria nueva, no es toda ella de vital importancia para elaborar un plan preliminar.

Uno de los problemas principales consiste en la programación correcta de las investigaciones. Podrían realizarse menos y acelerarse así la investigación; pero el peligro de abreviar estas etapas con el fin de ganar tiempo estriba en la probabilidad de que más tarde sea necesario encarar problemas que normalmente deberían haberse presentado en el momento de concebir la instalación de la fábrica.

Si fuera necesario justificar esta insistencia en los estudios

de gran amplitud, ella se encontrará en el párrafo inicial de este estudio: aunque el problema de la fabricación de celulosa a base de mezclas heterogéneas de especies tropicales puede darse por solucionado en un plano técnico, todavía queda por resolver la aplicación práctica de estas técnicas sobre una base económica. El éxito sólo es probable si en las localidades elegidas se logra reunir el máximo de condiciones favorables. Por lo tanto, deben tomarse todas las precauciones necesarias al elegir estas localidades. Como la materia prima es, sin duda, el factor de mayor importancia, debe estudiarse con el máximo cuidado siguiendo las orientaciones indicadas en este estudio.

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA FABRICA Y DE LA INTEGRACION SOBRE LA INVERSION Y EL COSTO DE ELABORACION DE PAPEL Y CELULOSA¹

A. B. Karlstads Mekaniska Werkstad,
Karlstads, Suecia

Es un hecho bien conocido por los técnicos en la materia que el tamaño de una fábrica de celulosa o papel —es decir, su capacidad diaria de producción— ejerce una gran influencia sobre la inversión de capital y los costos de producción; es muy importante comprender esa influencia cuando se proyectan industrias nuevas de ese tipo. Por tal motivo, se han preparado una serie de estimaciones especiales.

El cuadro 1 muestra las diversas inversiones necesarias en las fábricas no integradas de pasta kraft el sulfato, con capacidad diaria para 50, 100, 200 y 300 toneladas; las cifras correspondientes a la fabricación de pasta blanqueada y sin blanquear se consignan por separado. Dicho cuadro muestra que las inversiones no aumentan proporcionalmente a la capacidad de producción. Así, por ejemplo, el porciento de crecimiento de la inversión al duplicar la capacidad de 100 a 200 toneladas es menor que al aumentarla de 50 a 100 toneladas diarias. Por otra parte, un mismo incremento de la capacidad (de 100 a 200 y de 200 a 300 toneladas diarias) tampoco supone un aumento similar de la inversión, ya sea en términos absolutos o porcentuales.

Lo anterior se debe a que, a medida que crece el tamaño de una fábrica, se hace necesario cambiar la mayoría de las máquinas por unidades de mayor tamaño, en vez de aumentar su número. Esto significa inversiones menores en maquinaria por unidad de producción, en excavación, planeamiento, instalación, fletes, construcción, etc.

En los cuadros 2 y 3 se presentan las inversiones en fábricas integradas de papel y celulosa, así como las correspondientes a fábricas de papel no integradas. Al compararlas se observará que para duplicar la capacidad de 50 a 100 toneladas diarias, la inversión en maquinaria en la fábrica de papel o en la sección correspondiente de la fábrica integrada aumentará en un 50 por ciento. En la sección de pasta sólo aumenta en un 40 por ciento. En las fábricas de papel, las posibilidades de incrementar la capacidad utilizando máquinas de mayor tamaño en vez de agregar nuevas máquinas son más limitadas que en las de celulosa. De ello se desprende que en una fábrica de papel, una mayor producción significa un mayor aumento de inversiones en maquinaria que en otra de celulosa. En los cuadros 4, 5 y 6 se presenta, para fábricas de diferente tamaño, un cálculo de los costos de producción de celulosa y papel en fábricas integradas y no integradas.

Según se puede ver en el cuadro 7, si se amplía la capacidad, se debe aumentar la mano de obra en proporción mucho menor. En las fábricas de celulosa kraft sin blanquear, cuando se aumenta la capacidad en un 300 por ciento (de 50 a 200 toneladas diarias), sólo debe aumentarse

la mano de obra en un 55 por ciento. Sin embargo, tratándose de fábricas de papel no integradas (véase cuadro 9), si la producción crece en 100 por ciento es necesario aumentar la dotación de trabajadores en un 59 por ciento. Esto se relaciona —como se manifestó antes— con el hecho de que, en tal caso, hay que aumentar el número más bien que el tamaño de las máquinas.

En cuanto a los costos de administración (véase cuadro 10), si se compara un fábrica de pasta al sulfato de 50 toneladas diarias de capacidad con otra similar de 200 toneladas, se verá que al aumento de 300 por ciento en la producción corresponde sólo un alza de 68 por ciento en el costo de administración. Pero más sorprendente aún es el hecho de que al doblar la capacidad de producción de una fábrica de papel no integrada (de 50 a 100 toneladas diarias), los costos de administración sólo crecen en 22 por ciento, porciento muy pequeño si se compara con un aumento de 59 por ciento en la mano de obra.

En los cuadros 13 y 14 se compara el volumen de edificación que requieren las fábricas de diferentes tipos y tamaños. Se verá que, para un aumento dado de capacidad, una fábrica de papel necesita un mayor aumento en el volumen de edificación que una fábrica de pasta al sulfato.

Todos estos factores tienen gran influencia sobre los costos finales de producción. Mientras los costos de la madera, productos químicos, pasta, combustible, energía, etc., se mantienen constantes por unidad de producción, cualquiera que sea el tamaño de la fábrica (véanse cuadros 5 y 6), los gastos por concepto de mantenimiento y de elaboración por tonelada de pasta producida (véase cuadro 4) disminuyen de 63,40 a 24,50 coronas suecas; los costos de administración, de 23,10 a 9,70, y la depreciación, de 117 a 52,80 coronas.

Un estudio del cuadro 13 muestra que la disminución de los costos de producción entre una fábrica de 50 y otra de 100 toneladas diarias de capacidad es mucho mayor que entre una fábrica de 200 toneladas y otra de 300.

La reducción que experimentan los costos de producción a medida que aumenta el tamaño de las fábricas de papel es mucho menor en las no integradas que en las integradas. En el primer caso, las fábricas de 50 y 100 toneladas diarias de capacidad deben basarse en un mismo costo para la pasta, lo que se traduce en una diferencia no inferior a 114 coronas suecas por tonelada de papel en comparación con las fábricas integradas.

Se llega, pues, a la conclusión de que en Suecia no resulta lucrativo instalar fábricas de papel o de celulosa cuya capacidad diaria sea de 50 toneladas o menos; la capacidad económica mínima debe ser de 100 toneladas diarias.

¹ Publicado como documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.1 originalmente.

Cuadro 1

ESTIMACION PRELIMINAR DEL COSTO PARA FABRICAS DE CELULOSA AL SULFATO NO INTEGRADAS, CON PRODUCCIONES DE 50, 100, 200 Y 300 TONELADAS DE PASTA SECADA AL AIRE, EN 24 HORAS

(Miles de coronas suecas)^a

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Pacios de almacenamiento de troncos	530	530	590	590	650	650	1,200	1,200
Depto. de prep. de la madera y silos para madera troceada	1.600	1.600	2.265	2.265	2.800	2.800	3.800	3.800
Sala de lejiadores y difusores	1.960	1.960	2.270	2.270	3.590	3.590	5.000	5.000
Depto. primera depuración	1.070	1.070	1.845	1.845	2.639	2.639	3.402	3.402
Depto. de blanqueo	—	1.290	—	1.860	—	2.430	—	3.000
Instalación electrolítica y prep. del licor de blanqueo	—	2.700	—	3.300	—	3.800	—	4.300
Almacén de sal	—	20	—	25	—	30	—	35
Depto. segunda depuración	—	400	—	620	—	830	—	1.100
Depto. de máquina secadora de la pasta	1.415	1.415	2.330	2.330	4.270	4.270	100	100
Almacén de pasta	60	60	75	75	90	90	6.184	6.184
Instalación evaporadora y recuperación de soda	4.100	4.100	5.200	5.200	6.300	6.300	9.500	9.500
Almacén de sulfato	60	60	75	75	90	90	100	100
Depto. de caustificación	1.100	1.100	2.086	2.086	2.968	2.968	3.930	3.930
Calderas y central eléctrica	2.600	2.700	3.100	3.250	3.500	3.700	3.800	4.050
Motores y cables elect.	600	750	1.000	1.200	1.700	1.950	2.300	2.600
Red de cañerías entre los distintos edificios	300	350	400	475	550	625	650	725
Planta purif. de agua y sala de bombas	500	500	725	725	1.320	1.320	1.750	1.750
Equipo de laboratorio	75	75	100	100	100	100	100	100
Maquinaria del taller de reparaciones	800	800	900	900	1.000	1.000	1.100	1.100
Equipo de oficina	100	100	120	120	150	150	200	200
Material aislante y obra de carpintería	100	100	120	135	155	175	185	110
Equipo contra incendios	120	120	120	120	120	120	120	120
Costo del montaje	1.020	1.300	1.390	1.860	1.900	2.500	2.900	3.600
Fletes	1.380	1.450	1.825	1.900	2.450	2.550	3.550	3.700
Costo del edificio, pilas, etc.	7.360	9.210	8.300	10.300	11.200	13.700	15.000	18.000
Administ. durante el montaje	320	320	520	520	720	720	820	820
Excavación y trazado del terreno	650	675	875	925	1.225	1.300	1.600	1.700
Viviendas para el personal administrativo y obrero	1.500	1.500	2.000	2.000	2.500	2.500	3.000	3.000
Líneas férreas	600	600	800	800	1.000	1.000	1.200	1.200
Puerto	1.000	1.000	1.500	1.500	2.000	2.000	2.500	2.500
Gastos imprevistos	390	445	469	629	1.013	1.103	1.009	1.074
Costo total	31.300	38.300	41.000	50.000	56.000	67.000	75.000	88.000

^a 1 dólar de Estados Unidos = 5,18 coronas suecas.

Cuadro 2

ESTIMACION PRELIMINAR DEL COSTO DE FABRICAS INTEGRADAS DE PAPEL Y CELULOSA KRAFT AL SULFATO CON PRODUCCIONES DE 50 Y 100 TONELADAS DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR EN 24 HORAS

(Miles de coronas suecas)^a

	Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día		100 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Maquinaria p. la fábrica de celulosa	10.420	14.830	14.331	20.136
Maquinaria p. la fábrica de papel	9.600	9.600	14.600	14.600
Depto. de caldera y turbina	3.100	3.250	3.500	3.700
Motores y cables eléctricos	1.250	1.400	2.000	2.200
Red de cañerías entre los distintos edificios	450	500	600	675
Planta purificadora de agua y sala de bombas	725	725	1.320	1.320
Equipo de laboratorio	100	100	100	100
Maquinaria del taller de reparaciones	900	900	1.000	1.000
Instalaciones de oficina	120	120	150	150
Material aislante y obra de carpintería	170	180	220	235
Equipo contra incendios	120	120	120	120
Costo del montaje	1.500	1.800	2.000	2.500
Fletes	1.900	2.000	2.400	2.500
Costo de edificios, pilas, depósitos, etc.	8.850	11.000	12.000	14.000
Administ. durante el montaje	550	550	925	925
Excavación y trazado del terreno	825	850	1.150	1.200
Viviendas para el personal administrativo y obreros	2.000	2.000	2.500	2.500
Líneas férreas	800	800	1.000	1.000
Puerto	1.500	1.500	2.000	2.000
Gastos imprevistos	520	475	404	539
Costo total	45.400	52.700	62.400	71.400

^a 1 dólar de Estados Unidos = 5,18 coronas suecas.

Cuadro 3

ESTIMACION PRELIMINAR DEL COSTO DE FABRICAS NO INTEGRADAS DE PAPEL KRAFT CON PRODUCCIONES DE 50 Y 100 TONELADAS EN 24 HORAS

(Miles de coronas suecas)^a

	Tamaño de la fábrica	
	50 tons /día	100 tons /día
Maquinaria para la fábrica de papel	10.000	15.000
Departamento de caldera y turbina	2.300	2.700
Motores y cables eléctricos	1.250	1.400
Red de cañerías entre los distintos edificios	450	500
Planta purificadora de agua y sala de bombas	750	1.200
Equipo de laboratorio	150	200
Maquinaria del taller de reparaciones	400	500
Instalaciones de oficina	75	75
Material aislante y obra de carpintería	800	900
Equipo contra incendios	100	120
Costo del montaje	90	120
Fletes	120	120
Costo de edificios, tinas, depósitos, etc.	600	800
Administración durante el montaje	600	800
Excavación y trazado del terreno	5.000	7.000
Viviendas para el personal administrativo y obrero	280	480
Líneas férreas	300	500
Puerto	1.500	2.000
Gastos imprevistos	500	800
Costo total	435	185
	25.000	35.000

^a 1 dólar de Estados Unidos = 5,18 coronas suecas.

Cuadro 4

ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION POR TONELADA DE PASTA SECADA AL AIRE LIBRE EN FABRICAS NO INTEGRADAS DE CELULOSA KRAFT AL SULFATO, CON PRODUCCION DE 50, 100, 200 Y 300 TONELADAS POR 24 HORAS DE PASTA BLANQUEADA Y SIN BLANQUEAR, BASADA EN LAS CONDICIONES EXISTENTES EN SUECIA

(Coronas suecas)

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Madera para pasta: 6, 7 y 7,4 m ³ respectivamente a 40 coronas.	268	296	268	296	268	296	268	296
Valor obtenido del combustible adicional: 1 y 2 tons. respect. a 12 coronas.	12	24	12	24	12	24	12	24
Energía eléctrica: 350 KWH a 0,03 coronas.	—	10,50	—	10,50	—	10,50	—	10,50
Salarios pagados en los depts. de servicio.	16	17,30	9,70	10,30	6,20	6,50	4,70	5
Carbón para el horno de cal: 104 y 116 kg. resp. a 0,077 c.	—	—	8	9	8	9	8	9
Azufre: 25 y 27 kg. respect a 0,24 coronas.	—	6,50	—	6,50	—	6,50	—	6,50
Sulfato de sodio: 100 kg. a 0,10 coronas.	10	—	10	—	10	—	10	—
Piedra caliza: 47 y 100 kg. resp. a 0,024 coronas.	—	—	1,10	2,40	1,10	2,40	1,10	2,40
Cal: 260 y 290 kg. respect. a 0,08 coronas.	20,80	23,20	—	—	—	—	—	—
Cloruro de sodio: 145 kg. a 0,045 coronas.	—	6,50	—	6,50	—	6,50	—	6,50
Salarios pagados por concepto de elaboración.	47,40	60,70	29	37,70	18,30	23,80	16,90	20,90
Componentes de la pasta.	6	7	5	6	4	4,50	4	4,50
Lubricantes.	3	3	3	3	3	3	3	3
Material para reparaciones.	8	9	7	8	6	7	6	7
Material de embalaje.	2	2	2	2	2	2	2	2
Administración.	23,10	23,10	13,80	13,80	9,70	9,70	7,70	7,70
Gastos generales.	12,20	15	10,50	11,90	7,30	7,90	5,40	6,10
Depreciación.	117	145	78,30	96,60	52,80	65	48,30	57
Interés sobre el capital (5%).	57,50	70,20	37,60	45,80	25,60	30,70	22,90	26,90
Interés sobre las existencias de madera, productos químicos y productos terminados (6%).	7	8	7	8	7	8	7	8
Resumen	610	727	502	598	441	523	427	503
Recuperación de trementina: 12 y 13 kg. respect. a 0,75 coronas, y de talóleo: 40 y 44 kg. a 0,30 coronas.	21	23	21	23	21	23	21	23
Costo de producción en las fábricas de pasta no integradas	589	704	481	575	420	500	406	480

* 1 dólar de Estados Unidos = 5,18 coronas suecas.

Cuadro 5

ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION POR TONELADA DE PAPEL KRAFT AL SULFATO EN FABRICAS NO INTEGRADAS CON PRODUCCIONES DE 50 Y 100 TONELADAS POR 24 HORAS, DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR, BASADA EN LAS CONDICIONES EXISTENTES EN SUECIA

(Coronas suecas)^a

	Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día		100 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Pasta secada al aire: 1,06 tons netas puestas en la fábrica de celulosa.	624	745	510	609
Flete de la pasta: 1,06 tonelada a 30 coronas.	32	32	32	32
Vapor de presión atmosférica obtenido del combustible 3,0 tons. a 12 coronas.	36	36	36	36
Electricidad: 250 y 300 KWH resp. a 0,30 coronas.	7,50	9	7,50	9
Salarios pagados en los deptos. de servicio.	16	16	9,70	9,70
Salarios pagados por concepto de elaboración.	51	51	44	44
Componentes de la pasta y productos químicos.	25	25	24	24
Lubricantes.	1	1	1	1
Material para reparaciones.	8	8	7	7
Material de embalaje.	12	12	12	12
Administración.	21,50	21,50	13,30	13,30
Gastos generales.	12	12	7,50	7,50
Depreciación.	95	95	66	66
Interés del capital (5%).	46	46	32	32
Interés sobre las existencias de productos químicos y productos terminados (6%).	4	5	4	5
Costo de producción en las fábricas de papel no integradas.	991	1.114,50	806	907,50

^a 1 dólar de Estados Unidos = 5,18 coronas suecas.

Cuadro 6

ESTIMACION DEL COSTO DE PRODUCCION POR TONELADA DE PAPEL EN FABRICAS INTEGRADAS DE PAPEL Y CELULOSA KRAFT AL SULFATO CON PRODUCCIONES DE 50 Y 100 TONELADAS POR 24 HORAS, DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR, BASADAS EN LAS CONDICIONES EXISTENTES EN SUECIA

(Coronas suecas)

	Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día		100 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Madera y productos químicos para la fábrica de celulosa.	329	377	316	364
Vapor de presión atmosférica obtenido con combustible adicional: 2,5 y 3,5 tons. resp. a 12 coronas.	30	42	30	42
Energía eléctrica: 320 y 670 KWH resp. a 0,03 coronas.	9,60	20,10	9,60	20,10
Salarios pagados en los deptos. de servicio.	22,70	24	13	13,70
Salarios pagados por concepto de elaboración.	80	93,40	59,70	73,40
Componentes de la pasta y productos químicos para la fábrica de papel.	28	29	27	28
Lubricantes.	4,50	4,50	4,50	4,50
Material para reparaciones.	14	15	12	13
Material de embalaje.	12	12	12	12
Administración.	34,30	34,30	21	21
Gastos generales.	19,81	21,51	15,76	16,66
Depreciación.	178,24	206,54	118,24	136,64
Interés sobre el capital (5%).	83,65	96,65	54,70	63,00
Interés sobre las existencias de madera, productos químicos y productos terminados (6%).	9,50	11	9,50	11
Costo de fabricación en fábricas integradas de papel y celulosa	856	987	703	819

Cuadro 7

ESTIMACION DEL NUMERO DE OBREROS NECESARIOS EN FABRICAS NO INTEGRADAS DE PASTA KRAFT AL SULFATO CON PRODUCCIONES DE 50, 100, 200 Y 300 TONELADAS DE CELULOSA BLANQUEADA Y SIN BLANQUEAR POR 24 HORAS

	Por 8 horas								Por día							
	Tamaño de la fábrica								Tamaño de la fábrica							
	50 tons.		100 tons.		200 tons.		300 tons.		50 tons.		100 tons.		200 tons.		300 tons.	
Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	
Patios de almacenamiento de troncos.	5	5	5	5	6	6	8	8	10	10	10	10	12	12	16	16
Departamento de prep. de madera.	2	3	2	4	3	7	4	8	4	6	4	8	6	14	8	16
Depto. de lejiación.	2	2	2	2	2	2	3	3	6	6	6	6	6	6	9	9
Depto. de difusores.	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	6	6	9	9
Depto. de primera depuración.	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Depto. de blanqueo.	—	1	—	1	—	1	—	1	1	3	—	3	—	3	—	3
Instalación electrolítica y Depto. de prep. del licor de blanqueo.	—	3	—	4	—	5	—	6	—	9	—	12	—	15	—	18
Depto. de segunda depuración.	—	1	—	1	—	1	—	1	—	3	—	3	—	3	—	3
Máquina para secar pasta.	3	3	4	4	6	6	10	10	9	9	12	12	18	18	30	30
Almacén de pasta.	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	6	6	9	9	9	9
Depto. de caustificación.	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9
Instalación de evaporación.	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Recuperación de soda.	3	3	3	3	3	3	5	5	9	9	9	9	9	9	15	15
Almacén de productos químicos.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	2	1	2	1	2
Planta purificada. de agua y sala de bombas.	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Obreros para trabajos generales.	—	—	—	—	—	—	—	—	6	8	9	12	12	15	17	20
Obreros para el transporte.	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8	12	12	16	16	20	20
Taller de reparaciones.	—	—	—	—	—	—	—	—	15	17	20	22	25	27	30	33
Calderas.	2	2	2	2	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9
Generación de energía eléctrica (Central de electricidad).	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Resumen.	96	117	116	144	147	182	194	233								

Cuadro 8

ESTIMACION DEL NUMERO DE OBREROS NECESARIOS EN FABRICAS NO INTEGRADAS DE PAPEL KRAFT CON PRODUCCIONES DE 50 Y 100 TONELADAS POR 24 HORAS

	Por 8 horas		Por día	
	Tamaño de la fábrica		Tamaño de la fábrica	
	50 tons.	100 tons.	50 tons.	100 tons.
Depósito para pastas	—	—	3	4
Depto. de disolución	1	2	3	6
Sala de refinado	1	2	3	6
Depto. de preparación de encolados	1	2	3	6
Máquinas papeleras	6	9	18	27
Rebobinadoras	2	6	6	18
Cortadora duplex	2	4	4	8
Enfardadoras	—	—	3	4
Empaquetadoras de rollos	—	—	3	6
Enrolladoras para rollos pequeños	—	—	1	2
Clasificadora	—	—	20	30
Obreros para el transporte	—	—	8	12
Planta purificadora de agua y sala de bombas	1	1	3	3
Lubricadores	1	2	3	6
Obreros para trabajos generales	—	—	6	9
Calderas	2	2	6	6
Central eléctrica	1	1	3	3
Taller de reparación	—	—	15	20
Resumen			111	176

Cuadro 9

ESTIMACION DEL NUMERO DE OBREROS NECESARIO EN FABRICAS INTEGRADAS DE PAPEL KRAFT AL SULFATO CON PRODUCCIONES DE 50 Y 100 TONELADAS DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR POR 24 HORAS

	Por 8 horas						Por día					
	Tamaño de la fábrica						Tamaño de la fábrica					
	50 tons.		100 tons.		bl.		50 tons.		100 tons.		bl.	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Patios de almacenamiento de los troncos	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10
Depto. de preparación de la madera	2	3	2	4	4	6	4	8	4	8	4	8
Depto. de lejía	2	2	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6
Depto. de difusores	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Depto. de primera depuración	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Depto. de blanqueo	—	1	—	1	—	3	—	3	—	3	—	3
Planta electrolítica y preparación del licor de blanqueo	—	3	—	4	—	9	—	12	—	12	—	12
Depto. de segunda depuración	—	1	—	1	—	3	—	3	—	3	—	3
Depto. de caustificación y planta de evaporación de la cal del horno	1	1	2	2	3	3	6	6	3	3	6	6
Recuperación de la soda	3	3	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9
Almacenes de productos químicos	—	—	—	—	1	2	1	2	1	2	1	2
Sala de refinado	1	1	2	2	3	3	6	6	3	3	6	6
Depto. de preparación de encolados	1	1	2	2	3	3	6	6	3	3	6	6
Máquinas papeleras	6	6	9	9	18	18	27	27	18	18	27	27
Rebobinadoras	2	2	6	6	6	6	18	18	6	6	18	18
Cortadoras duplex	2	2	4	4	4	4	8	8	4	4	8	8
Enfardadoras	—	—	—	—	3	3	4	4	3	3	4	4
Empaquetadoras de rollos	—	—	—	—	3	3	6	6	3	3	6	6
Rebobinadoras de rollos pequeños	—	—	—	—	1	1	2	2	1	1	2	2
Revisadores	—	—	—	—	20	20	30	30	20	20	30	30
Obreros para el transporte	—	—	—	—	14	14	21	21	14	14	21	21
Planta purificadora de agua y sala de bombas	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Lubricadores	1	1	2	2	3	3	6	6	3	3	6	6
Otros	2	2	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6
Central eléctrica	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Taller de reparaciones	—	—	—	—	25	27	30	32	25	27	30	32
Resumen					164	186	233	276	164	186	233	276

Cuadro 10

COSTO DE ADMINISTRACION EN FABRICAS DE CELULOSA AL SULFATO
(Sueldos anuales en coronas suecas^a)

Descripción	Tamaño de la fábrica,							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año
Gerente general	1	35.000	1	40.000	1	50.000	1	60.000
Administrador de la fábrica	—	—	—	—	1	35.000	1	45.000
Director de fabricación de celulosa	1	20.000	1	25.000	1	25.000	1	25.000
Ayudante del director	—	—	—	—	1	18.000	1	20.000
Químico jefe	1	15.000	1	18.000	1	20.000	1	24.000
Ingeniero mecánico }	1	15.000	1	18.000	1	20.000	1	24.000
Ingeniero electricista }								
Jefes de turno para la fabricación	3	36.000	3	36.000	3	36.000	6	72.000
Jefes del taller mecánico	1	12.000	1	13.500	1	13.500	2	27.000
Jefes del taller eléctrico	1	12.000	1	13.500	1	13.500	1	13.500
Jefes de calderas y central eléctrica	—	—	—	—	1	13.500	1	13.500
Jefes del patio de almacenamiento de madera	1	12.000	1	13.500	1	13.500	1	13.500
Jefes de transportes	1	12.000	1	13.500	1	13.500	1	13.500
Químicos de turno	3	24.000	3	27.000	3	27.000	3	27.000
Ayudantes de laboratorio	2	10.000	2	10.000	3	15.000	4	18.000
Dibujantes	1	10.000	2	20.000	3	36.000	4	46.000
Secretario	1	18.000	1	20.000	1	24.000	1	24.000
Contador jefe	1	15.000	1	16.500	1	18.000	1	18.000
Mecanógrafas y empleados de oficina	5	42.000	8	70.000	12	100.000	12	100.000
Bodeguero	1	12.000	1	12.000	1	14.000	1	14.000
Ayudante del bodeguero y empleados	2	17.000	2	17.000	3	25.000	4	34.000
Porteros	3	24.000	3	24.000	3	24.000	3	24.000
Mensajeros	2	6.000	2	6.000	3	9.000	4	12.000
Total	32	347.000	36	413.500	48	583.500	56	692.000

^a 1 dólar de Estados Unidos = 5,18 coronas suecas.

Cuadro 11

COSTO DE ADMINISTRACION EN FABRICAS DE PAPEL
(Sueldos anuales en coronas suecas)

Descripción	Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día		100 tons/día	
	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año
Gerente general	1	35.000	1	40.000
Administrador de la fábrica	—	—	—	—
Fabricante de papel	1	20.000	1	25.000
Ayudante del fabricante de papel	—	—	—	—
Químico jefe	1	15.000	1	18.000
Ingeniero mecánico }	1	15.000	1	15.000
Ingeniero electricista }				
Jefes de turno para la fabricación	3	36.000	3	36.000
Jefes de la sala de terminación	1	12.000	1	12.000
Jefes del taller mecánico	1	12.000	1	13.500
Jefes del taller de electricidad	1	12.000	1	13.500
Jefes de las calderas y central eléctrica	—	—	—	—
Jefe de transportes	2	12.000	2	12.000
Ayudantes de laboratorio	2	10.000	2	10.000
Dibujantes	1	10.000	2	20.000
Secretario	1	18.000	1	20.000
Contador jefe	1	15.000	1	16.500
Mecanógrafas y empleados de oficina	5	42.000	8	70.000
Bodeguero	2	12.000	2	12.000
Ayudante de bodeguero y empleados	3	17.000	3	17.000
Porteros	3	24.000	3	24.000
Mensajeros	2	6.000	2	6.000
Total	29	323.000	34	395.500

Cuadro 12

COSTO DE ADMINISTRACION EN FABRICAS INTEGRADAS DE PAPEL Y CELULOSA
(Sueldos anuales en coronas suecas)

Descripción	Tamaño de la fábrica			
	50 tons/día		100 tons/día	
	No.	Sueldos tot/año	No.	Sueldos tot/año
Gerente general	1	45.000	1	55.000
Administrador de la fábrica	—	—	1	35.000
Fabricante de papel y celulosa	1	30.000	—	—
Fabricante de celulosa	—	—	1	25.000
Fabricante de papel	—	—	1	25.000
Ayudante del fabricante de celulosa	1	18.000	—	—
Ayudante del fabricante de papel	1	18.000	—	—
Químico jefe	1	20.000	1	24.000
Ingeniero mecánico	1	20.000	1	20.000
Ingeniero electricista	1	20.000	1	20.000
Jefes de turno para la fabricación	6	72.000	6	72.000
Jefes de la sala de terminación	1	12.000	1	12.000
Jefes del taller mecánico	1	13.500	1	13.500
Jefes del taller de electricidad	1	13.500	1	13.500
Jefes de calderas	—	—	1	13.500
Jefes del patio de almacén	1	13.500	1	13.500
Jefe de transportes	1	13.500	1	13.500
Químicos de turno	3	27.000	3	27.000
Ayudantes de laboratorio	2	10.000	3	15.000
Dibujantes	2	20.000	3	36.000
Secretario	1	20.000	1	24.000
Contador jefe	1	16.500	1	24.000
Mecanógrafas y empleados de oficina	6	51.000	10	85.000
Bodeguero	1	12.000	1	14.000
Ayudante de bodeguero y empleados	2	17.000	3	25.000
Porteros	3	24.000	3	24.000
Mensajeros	3	9.000	3	9.000
Total	42	515.000	49	632.500

Cuadro 13

VOLUMENES DE EDIFICACION PARA DIVERSAS SECCIONES DE FABRICAS NO INTEGRADAS DE PASTA KRAFT AL SULFATO CON PRODUCCIONES DE 50, 100, 200 Y 300 TONELADAS DE CELULOSA POR 24 HORAS

(En metros cúbicos)

	Tamaño de la fábrica							
	50 tons/día		100 tons/día		200 tons/día		300 tons/día	
	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.	Sin bl.	bl.
Departamento de preparación de la madera y silos para la madera troceada	9.700	9.700	11.600	11.600	15.600	15.600	21.000	21.000
Sala de lejiado y difusores	15.000	15.000	23.000	23.000	40.000	40.000	55.000	55.000
Departamento de primera depuración	9.200	9.200	12.100	12.100	16.600	16.600	20.500	20.500
Departamento de blanqueo	—	11.200	—	13.500	—	15.200	—	17,500
Planta electrolítica y departamento de preparación del hcor de blanqueo	—	8.900	—	9.500	—	11.100	—	13,200
Almacén de sal	—	900	—	1.000	—	1.100	—	1.200
Departamento de segunda depuración	—	6.900	—	8.000	—	10.800	—	14,500
Máquina secadora de pasta	7.900	7.900	10.000	10.000	12.500	12.500	20.100	20.100
Almacén de pasta	6.000	6.000	8.000	8.000	13.000	13.000	18.000	18.000
Evaporación y recuperación de la soda	19.500	19.500	21.100	21.100	28.500	28.500	38.500	38.500
Almacén de sulfato	1.100	1.100	1.300	1.300	1.500	1.500	1.700	1.700
Departamento de caustificación	6.800	6.800	12.600	12.600	16.500	16.500	25.300	25.300
Planta purificadora de agua y sala de bombas	10.400	10.400	11.000	11.000	14.800	14.800	20.000	20.000
Laboratorio	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Calderas y central eléctrica	12.600	12.600	12.900	12.900	17.400	17.400	28.500	28.500
Taller de reparaciones	16.800	16.800	16.800	16.800	16.800	16.800	16.800	16.800
Oficina	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Estación de bombas contra incendio	300	300	300	300	300	300	300	300
Volumen total de edificación	121.300	151.900	146.700	176.700	199.500	238.700	271.700	318.100

Cuadro 14

VOLUMENES DE EDIFICACION PARA DIVERSAS SECCIONES DE FABRICAS NO INTEGRADAS DE PAPEL KRAFT CON PRODUCCIONES DE 50 Y 100 TONELADAS DE PAPEL POR 24 HORAS

(En metros cúbicos)

	Tamaño de la fábrica	
	50 tons/día	100 tons/día
Almacén de pasta	6.000	8.000
Departamento de disolución	2.000	3.000
Sala de refinado y departamento de preparación de encolados	3.600	6.700
Sala de la máquina papelera	25.000	49.000
Departamento de clasificación y terminado	14.000	25.000
Almacén de papeles	3.800	5.000
Planta purificadora de agua y sala de bombas	10.400	11.000
Laboratorio	2.000	2.000
Calderas y central eléctrica	12.600	12.900
Oficina	4.000	4.000
Taller de reparaciones	16.800	16.800
Estación de bombas contra incendio	300	300
Volumen total de edificación	100.500	143.700

Cuadro 15

VOLUMENES DE EDIFICACION DE DIVERSAS SECCIONES DE FABRICAS INTEGRADAS DE PAPEL Y PASTA KRAFT AL SULFATO, CON PRODUCCIONES DE 50 Y 100 TONELADAS DE PAPEL BLANQUEADO Y SIN BLANQUEAR POR 24 HORAS

(En metros cúbicos)

	Tamaño de la fábrica 50 tons/día		Tamaño de la fábrica 100 tons/día	
	Sin blanquear	blanqueado	Sin blanquear	blanqueado
Depto. de preparación de maderas y silos para la madera troceada	9.700	9.700	11.600	11.600
Sala de lejiado y difusores	15.000	15.000	23.000	23.000
Depto. de primera depuración	9.200	9.200	12.100	12.100
Depto. de blanqueo	—	11.200	—	13.500
Instalación electrolítica y Depto. de preparación del líquido de blanqueo	—	8.900	—	9.500
Almacén de sal	—	900	—	1.000
Depto. de segunda depuración	—	6.900	—	8.000
Depto. de evaporación y recuperación de la soda	19.500	19.500	21.100	21.100
Almacén de sulfato	1.100	1.100	1.300	1.300
Depto. de caustificación	6.800	6.800	12.600	12.600
Sala de refinado y Depto. de preparación de encolados	3.600	3.600	6.700	6.700
Sala de la máquina papelera	25.000	25.000	49.000	49.000
Depto. de clasificación y terminado	14.000	14.000	25.000	25.000
Almacén de papel	3.800	3.800	5.000	5.000
Planta purificadora de agua y sala de bombas	10.400	10.400	11.000	11.000
Laboratorio	2.000	2.000	2.000	2.000
Calderas y central eléctrica	12.600	12.600	12.900	12.900
Oficina	4.000	4.000	4.000	4.000
Taller de reparaciones	16.800	16.800	16.800	16.800
Estación de bombas contra incendio	300	300	300	300
Volumen total de edificación	153.800	181.700	214.400	246.400

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES LOCALES PARA LA INSTALACION DE INDUSTRIAS DE PAPEL Y CELULOSA EN LAS REGIONES TROPICALES¹

Centre de Recherches et d'Etudes pour l'Industrie de la Cellulose et du Papier (Francia)

Cuando se habla de zonas tropicales se piensa de inmediato en regiones de desarrollo industrial todavía incipiente y de clima penoso. No ha mucho la idea del establecimiento de una industria de papel y celulosa en el trópico hubiera sido acogida con escepticismo e ironía. Hoy, en cambio, prevalece la tendencia a considerarlo como una región nueva con inmensas posibilidades, donde es factible, como lo han demostrado los resultados extraordinariamente favorables obtenidos en otros casos, instalar industrias en condiciones tales que permitan aportar una contribución provechosa al desarrollo económico general del país de que se trate.

Tal proyecto se justifica, sobre todo, por la abundancia de materias primas tropicales baratas que constituyen una reserva considerable para la industria de papel y celulosa. Numerosos expertos han admitido que si la industria mundial de la celulosa continúa desarrollándose a su ritmo actual, a la larga, se hará necesario aprovecharlas.

Debido a la ausencia de una infraestructura industrial, las fábricas de tales regiones por lo general tendrán que satisfacer sus propias necesidades a fin de poder funcionar en forma eficaz; deberán producir la totalidad de la energía o del vapor que requieren, así como la mayor parte de los productos químicos que se emplean en la fabricación de celulosa. La cifra de algunos renglones de la cuenta de gastos de explotación parecerá muy superior a la que correspondería a las regiones industriales de los países templados. Por otra parte, como es probable que la capacidad de producción de la fábrica sea inferior a la de sus competidoras extranjeras, se tendrá un aumento importante del costo de producción.

Pese a estos factores desfavorables, intervienen, sin embargo, algunos importantes elementos compensatorios que pueden asegurar un precio de costo competitivo. Tales elementos son *a*) el costo especialmente bajo de la madera; *b*) la mano de obra abundante, barata y adaptable a la mayor parte de la labor que exige la explotación de fábricas del tipo mencionado, y *c*) la posibilidad de explotar fuentes de combustible y energía a bajo precio, como los productos de petróleo (en Colombia y Venezuela) o las caídas de agua, como fuente hidroeléctrica.

Es evidente, pues, que las posibilidades de instalar la fábrica proyectada dependerán en gran medida de la manera en que puedan aprovecharse las condiciones locales; de ahí la importancia de que en los estudios preliminares se examinen cuidadosamente los factores de ubicación.

En esos estudios cabe distinguir cuatro etapas sucesivas que, en orden cronológico, son las siguientes:

1) un breve estudio de la región, que permita delimitar ciertas zonas donde el establecimiento de la fábrica parece factible;

2) un examen de esas zonas, con objeto de seleccionar varios posibles sitios de emplazamiento;

3) un estudio detallado de las condiciones locales de cada sitio, a fin de adoptar una decisión final sobre el que convenga, y

4) una apreciación general, desde el punto de vista económico, del proyecto de fábrica en el sitio de emplazamiento seleccionado.

I. EL ESTUDIO DE LA REGIÓN

En esta etapa del estudio se tratará de obtener sin demora el máximo de información respecto del país donde debe ser creada la industria.

Conviene conocer el grado de desarrollo industrial a que se ha llegado y examinar de preferencia las industrias de creación reciente con objeto de determinar: *a*) las dificultades a que debieron hacer frente tanto en la etapa de construcción como al iniciarse la explotación, así como los medios que se utilizaron para resolverlas, y *b*) el tipo de servicios de conservación y abastecimiento que pudieran prestarse a la fábrica de celulosa, tanto en la etapa de construcción como en la de explotación.

Se podrían estudiar de preferencia cuatro grupos de industrias: *(i)* empresas de ingeniería civil; *(ii)* empresas de edificación y conservación de equipo; *(iii)* otras empresas que podrían participar en el montaje de la fábrica, y *(iv)* industrias proveedoras de materiales de edificación, productos químicos, equipo de conservación, almacenes, etc.

Habrá que investigar lo referente al personal técnico y a la mano de obra calificada de que se dispone en el lugar, así como a los medios necesarios para formar el personal local.

Convendrá examinar la legislación en vigor, sobre todo en cuanto concierne a normas en materia de construcción e instalación, prevención de accidentes, dispositivos de seguridad, salarios, condiciones de trabajo y seguro social.

En el estudio sobre la situación económica se tratará de evaluar el panorama económico general del país y de obtener información detallada sobre el mercado del papel. En lo que respecta al primer punto, habrá que conocer la situación del comercio exterior, su composición y dirección, el balance de pagos, los fondos del presupuesto, la disponibilidad de divisas y las proyecciones del desarrollo de las diferentes ramas de la economía. Al examinar este último punto será necesario evaluar las cifras de importación y de producción interna, los precios y sus márgenes; convendrá, además, saber quiénes son los principales consumidores y cuáles son sus necesidades.

A continuación habrá que proceder al estudio de la infraestructura industrial de todos aquellos servicios que se relacionan con la posibilidad de construir una fábrica, como importación, transporte y almacenamiento de material antes de su instalación, servicios portuarios, líneas de navegación, caminos y vías ferroviarias, energía y abastecimiento de agua.

En esta etapa es indispensable también reunir información elemental sobre los recursos de materias primas. Los

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.2, condensada.

mapas forestales existentes deberán ser complementados con datos obtenidos de todas las fuentes disponibles, incluso datos acerca de las explotaciones forestales existentes, a fin de poder formarse una idea general sobre la densidad de los bosques y las características de las especies que se dan en diferentes zonas.

Como consecuencia de tal estudio será posible seleccionar algunas zonas para examinarlas más a fondo, con el fin de adoptar una decisión sobre posibles sitios de emplazamiento.

2. SELECCIÓN DE POSIBLES SITIOS DE EMPLAZAMIENTO

En la etapa siguiente del estudio mencionado, cada nuevo elemento de información que se obtenga debe orientar y delimitar la investigación de las zonas seleccionadas en la etapa anterior, tomando en cuenta el objeto que se persigue con la instalación de la fábrica.

En primer lugar, hay que determinar la capacidad de la fábrica y su programa de producción. En general, la fábrica estará destinada a abastecer el mercado interno; aunque también puede preverse un mercado regional, no será siempre posible concebir una fábrica cuya producción sea exclusiva o primordialmente para el mercado de exportación.

En seguida será necesario obtener información más detallada acerca de las regiones que proveerán a la fábrica de materia prima, la accesibilidad de dichas regiones, medios de transporte, combustible, energía, etc. Es probable que ningún lugar satisfaga todas las condiciones y en consecuencia habrá que buscar una solución transaccional. En esta etapa de la investigación las numerosas restricciones que afectarán la selección de un lugar verdaderamente conveniente reducirán a un número muy limitado los posibles sitios de ubicación de la fábrica.

3. ESTUDIO DETALLADO DE LAS CONDICIONES LOCALES

Si la información reunida hasta ese momento ha sido verificada en grado suficiente con objeto de comprobar su validez, es dudoso que los detenidos estudios llevados a cabo en esta tercera etapa aporten elementos nuevos que hagan rechazar una de las soluciones posibles, salvo, tal vez, en lo referente al suministro de materia prima, si tal cuestión no ha sido investigada a fondo en los posibles lugares de ubicación seleccionados. Por lo tanto, hecha esta salvedad, es natural que en el curso de esta tercera etapa de la encuesta se preste atención preferente a la solución que se considere *prima facie* como la más satisfactoria, aunque lo más prudente será estudiar simultáneamente otra de las posibles soluciones, la cual podría llevarse a la práctica si la primera resultara inaplicable.

Al proceder al estudio del abastecimiento de materia prima, será necesario ante todo hacer un reconocimiento e inventario forestal de la zona de aprovisionamiento normal de la fábrica proyectada. Tal labor requiere personal calificado y con buena preparación y durará unos seis meses;

en consecuencia, convendrá realizarla únicamente cuando se tenga la seguridad de que otras condiciones técnicas y económicas formen la instalación de la fábrica en la zona forestal de que se trate. Al poco tiempo de iniciado el inventario se tendrá una idea bastante precisa acerca de la naturaleza e importancia numérica de las especies dominantes. En seguida podrán estudiarse sus propiedades, usando las especies separadas o en mezclas, con objeto de determinar si se prestan para la fabricación de celulosa. Dentro del estudio general, esta etapa es decisiva; si no puede lograrse una mezcla adecuada para celulosa o si es excesivo el porcentaje de maderas que debe rechazarse, habrá que abandonar el proyecto y buscar otra solución. Según la experiencia de que disponemos, es pequeño este riesgo, pero no es inoportuno señalar su existencia. Este es, tal vez, el argumento más poderoso para que se estudien en forma simultánea dos de las soluciones previstas.

El otro tipo de información que se reúne durante esta etapa de la investigación versará en especial sobre algunos aspectos de las condiciones locales acerca de las cuales se requieren datos más precisos antes de formular planes para la instalación de la fábrica. Por ejemplo, si no se dispone de información suficiente acerca de la temperatura diaria, humedad, promedio de precipitación pluvial diaria y anual, dirección y velocidad de los vientos, tal vez haya que realizar algunas observaciones en el lugar de que se trate. Conviene conocer en detalle la naturaleza del terreno y la calidad del subsuelo. A continuación del estudio preliminar sobre el abastecimiento de agua para el procedimiento de elaboración, se podrá proceder al análisis y muestreo sistemático, etc.

4. PLANES PARA LA INSTALACIÓN DE LA FÁBRICA

Ahora ya será posible formular planes para instalar la fábrica, determinar el tipo y tamaño del equipo necesario y la naturaleza y amplitud de los servicios auxiliares requeridos. En las especificaciones deberán tomarse en cuenta las condiciones locales, en especial las referentes al clima. Se podrá estimar el costo total de la inversión con una aproximación del 10 al 15 por ciento, que es suficiente para obtener una idea adecuada del costo de inversión cargable al producto final. Las informaciones relativas al rendimiento de la materia prima, consumo de productos químicos, energía necesaria, mano de obra y gastos de conservación, etc. permitirán hacer un cálculo más o menos exacto del costo probable de la fabricación de papel. Este cálculo, debidamente ajustado para tomar en cuenta los gastos de transporte, podrá compararse con los precios de venta vigentes en los centros de consumo, llegando así a proyectar un estado de pérdidas y ganancias de la fábrica en condiciones normales de producción, que permita determinar la rentabilidad del capital invertido. Después de estos cálculos será posible proceder al estudio de los medios de financiar el proyecto.

INVENTARIOS FORESTALES EN LAS REGIONES TROPICALES¹

Dammis Heinsdijk con la colaboración de K. P. McGrath

La publicación de la FAO, *Planning a National Forest Inventory*² señala el consenso de los ingenieros del ramo por lo que toca a la necesidad fundamental de introducir mejores inventarios forestales en las prácticas de ordenación de bosques y también en cuanto a la importancia excepcional de las modernas técnicas aerofotogramétricas aplicables en este campo.

El problema básico y primario de la evaluación es el del muestreo; al aumentar la importancia de los análisis estadísticos durante los últimos veinte años, el tratamiento de los bosques exige cada vez mayor precisión en las estimaciones por muestreo. Las antiguas técnicas de levantamiento terrestre y disposición sistemática de las muestras han sido objeto de un examen crítico; en los últimos tiempos se han investigado profundamente los métodos de evaluación con el propósito de satisfacer las exigencias concordantes con la mayor exactitud conseguida.

De este trabajo se han derivado dos conclusiones de importancia: 1) el muestreo debe ser al azar, si ha de someterse a un cotejo estadístico riguroso; 2) si el muestreo debe mantenerse dentro de límites prácticos y económicos y, al mismo tiempo, rendir resultados satisfactorios, la población forestal general debe subdividirse en poblaciones componentes, y referir el muestreo a estas últimas, para reducir la importancia de las variaciones totales.

La necesidad creciente de trabajos de ordenación en las selvas puras o relativamente puras de las zonas templadas exige mejores evaluaciones y estimaciones más precisas. Esta exigencia es de igual importancia en los trópicos, aunque los esfuerzos realizados para obtener una exactitud efectiva son todavía rudimentarios. Las condiciones de las zonas tropicales elevan extraordinariamente las inversiones y los riesgos del desarrollo inicial, y aunque puede quizás admitirse en ellas mayor margen de error, las posibilidades de inexactitud en cuanto a los cálculos sobre materia prima deben conocerse en forma tan clara como en las zonas templadas.

Si en las zonas templadas se considera la fotogrametría aérea como un procedimiento normal para levantar inventarios forestales, en los bosques tropicales su aplicación debe ser indiscutible, pues éstos no se prestan a otra alternativa técnica. La extrema variabilidad del bosque tropical y la relativa dificultad de penetrar en él permiten solucionar, por medio del panorama general estereoscópico proporcionado por las fotografías aéreas, la realización de un muestreo económico y apropiado. La fotografía aérea no tiene rival, en silvicultura tropical, como medio para apreciar desde un principio el grado de precisión económicamente alcanzable, si se supone, como es natural, un punto de vista realista en la intensidad deseable del muestreo.

El mapa topográfico constituye, por supuesto, una necesidad primaria; las técnicas fundamentales de la fotogrametría son las mismas en las zonas templadas y en las tropicales.

¹ Publicado como documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.3, originalmente.

² FAO Forestry and Forest Product Studies, N° 1, Washington, septiembre de 1950.

Pero la superficie generalmente continua que presenta el bosque tropical desde arriba dificulta la apreciación de los detalles topográficos, lo que da origen a la primera gran diferencia entre las técnicas que se aplican en las zonas templadas y en las del trópico. La utilidad de las fotografías depende en gran parte de la pericia individual del observador. Los datos topográficos necesarios, en primer lugar, para la interpretación y, de inmediato, para la ordenación, a menudo se obtienen, más que de la configuración del modelo estereoscópico mismo, de las indicaciones topográficas que logra el intérprete al examinar la vegetación a través de las fotografías. En general, cuando se trata de vastas extensiones, apenas hay interés por los terrenos montañosos y, en los llanos, las elevaciones de importancia se esconden tras las diferencias de altura de la vegetación. Por ejemplo, una meseta de escasa altura se manifiesta, no como un terreno alto, sino como una depresión de la vegetación forestal, debido a las diferencias del suelo, que podría con facilidad interpretarse erróneamente como parte de una cuenca hidrográfica cerrada, más que como parte de un sistema hidrográfico de mayor importancia.

Sin embargo, la pericia acumulada por repetidos exámenes fotográficos y verificaciones en el terreno reducen las probabilidades de error en la interpretación de las fotografías. En Surinam —donde el autor se dedicó continuamente a este trabajo durante cinco años— se llegó a obtener gran parte de las informaciones directamente de las fotografías. Los resultados de este trabajo se han anotado en una serie de estudios (Folletos N°s 7, 12 y 13) publicados por la Oficina Central Aerofotogramétrica de Surinam. Es natural que un proyecto de este tipo, realizado en escala bastante amplia para el trópico, arroje importantes datos sobre la ecología, etc., pero los principales resultados dentro de la tarea propuesta en este trabajo han sido los siguientes:

1) las fotografías en escala de 1:40.000 permitieron levantar mapas topográficos adecuados para toda clase de fines de ordenación. También se tomaron fotografías en escala de 1:20.000 en algunas partes del bosque y, si de éstas se desprendían datos adicionales (como la presencia de cierto tipo de vegetación), se incorporaban al mapa general;

2) fué posible determinar las principales formaciones (pantanos, terrenos de secano, bosques, etc.) con gran exactitud, así como los rodales puros o casi puros que se encuentran en manchones generalmente aislados dentro de las extensas zonas de bosques mixtos;

3) como resultado del amplio muestreo fué posible delimitar con suficiente exactitud los límites de los distintos tipos forestales dentro de las principales formaciones, e indicar —dentro de los tipos anotados en el mapa— los puntos altos y bajos y las concentraciones de ciertas especies de mayor altura. Estas concentraciones revisten especial interés para las especies finas; en Surinam se determinaron con éxito las correspondientes a *Virola surinamensis*, *Goupia glabra*, *Ocotea rubra* y *Dicorynia paraensis*, todas ellas valiosas;

4) algunos árboles individuales de la superestructura del bosque sólo se pudieron reconocer en las fotografías al

familiarizarse totalmente el investigador con los tipos forestales en que aquéllos ocurren;

5) en el curso del citado muestreo extensivo, en el cual se midieron 17.868 árboles mayores en una zona de unas 900 mil hectáreas, se encontró una estrecha relación entre el diámetro de la copa del árbol y el diámetro y altura del tronco aprovechable. Es evidente que existe una relación directa entre el volumen de la superestructura del bosque, según aparece en las fotografías, y el volumen total del bosque, pero por ahora no hay datos suficientes para determinar la correlación matemática. Sin embargo, fué posible hacer un cálculo satisfactorio del volumen total sobre la base de la vista estereoscópica del bosque;

6) tomando como norma los inventarios detallados realizados independientemente por el Servicio Forestal, el muestreo al azar (muestras de 440 hectáreas sobre un bosque total de 900 mil) proporcionó datos amplios sobre el volumen total de los tipos forestales y sobre el orden de magnitud de la frecuencia con que se presentan las especies dominantes y codominantes.

En consecuencia, además de proporcionar un mapa topográfico exacto con indicación de las características importantes del relieve del terreno, para la proyectada explotación, se destacaron las partes más valiosas del bosque y se hizo un cálculo, confirmado por la estadística, del volumen probable que se podría obtener. En algunos casos las informaciones sobre las especies eran suficientes, sobre todo cuando se lograba anotar en el mapa las concentraciones de especies de mayor interés. En otros, cuando se necesitaba in-

formación sobre una especie que se presenta sólo como componente ocasional de una o más agrupaciones forestales, únicamente se pudo aprovechar el mapa topográfico para facilitar la tarea del reconocimiento terrestre. En casos como éste —en que se trata de localizar y evaluar especies de gran valor, pero diseminadas— es probable que sólo se pueda emplear el método de "exploración al 100 por ciento", tan comúnmente aplicado en los trópicos.

El problema general relativo a toda explotación tropical es el que actualmente preocupa al autor en el Valle del Amazonas. En esta vasta zona, varias localidades se prestan para la explotación, pero sobre ninguna de ellas existen los datos imprescindibles que justifiquen una inversión de capitales o permitan una explotación planeada. En este caso el investigador y el administrador del bosque sólo pueden enfocar el problema de la intensidad del muestreo desde sus puntos de vista técnicos individuales, aunque complementarios. El investigador debe indicar el grado de intensidad necesario para obtener estimaciones fidedignas, y el administrador forestal tiene que abandonar su ideal de alta precisión y adoptar un punto de vista más práctico y realista.

Por fortuna, la mayor parte del Amazonas de interés inmediato ha sido estudiada por medio de fotografía aérea trimetrogónica. La vista central de las fotografías verticales se aplica fácilmente a la confección de mapas topográficos, como lo demostró la experiencia del autor en Surinam. Las vistas oblicuas a ambos lados de las verticales sólo pueden proporcionar parte de los datos necesarios y en forma rudi-

Cuadro 1

DATOS OBTENIDOS EN 28 LOTES MUESTRA EN EL RECONOCIMIENTO DEL VALLE DEL AMAZONAS

Nº de la muestra	Especie de árbol									Total de las especies 1-9	Total de especies 2, 4, 8 y 9	Especies x
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	10,10	7,00	14,51	7,90	0,78	4,90	—	16,22	8,60	70,10	39,72	—
2	23,90	1,42	12,12	10,50	13,20	7,02	—	6,15	5,45	79,76	23,52	—
3	27,99	2,86	11,55	10,31	4,38	8,47	—	20,51	0,59	86,66	34,27	—
4	22,45	1,38	21,49	13,96	0,40	20,56	—	16,92	3,28	100,44	35,54	—
5	9,29	—	—	—	4,38	15,40	—	12,60	1,10	42,68	13,70	—
6	6,50	3,07	19,16	19,94	2,73	3,93	13,94	19,31	5,34	93,94	47,66	—
7	1,43	4,53	22,09	20,13	13,93	6,24	17,20	31,40	7,86	124,81	63,92	—
8	11,08	9,28	20,30	22,42	6,37	0,74	13,66	14,96	8,66	107,47	55,32	8,08
9	15,89	1,87	2,16	11,33	5,60	52,21	—	16,63	3,35	109,04	33,18	—
10	6,14	1,42	3,17	35,66	1,47	8,02	47,05	13,97	1,88	118,78	52,93	—
11	9,58	2,44	4,59	20,59	6,09	2,75	30,10	12,88	3,72	92,74	39,63	0,53
12	6,18	3,84	1,98	16,84	15,98	20,15	—	16,16	5,97	87,10	42,81	—
13	3,66	0,94	6,99	3,03	7,22	4,82	—	14,07	1,19	41,92	19,23	—
14	0,70	0,30	19,10	—	8,90	0,53	1,23	20,10	1,20	52,06	21,60	—
15	2,25	0,98	2,00	9,56	5,02	2,80	3,01	21,50	18,20	65,23	50,24	—
16	3,98	5,61	39,10	6,08	5,69	1,62	28,36	34,08	11,04	135,65	56,81	0,97
17	4,03	5,37	5,56	10,86	4,97	4,20	40,60	4,73	2,50	82,82	23,46	4,35
18	7,63	5,28	5,99	15,78	6,69	8,33	24,03	28,16	9,81	111,70	59,03	8,08
19	21,35	2,06	2,39	2,34	22,45	32,99	—	23,21	1,43	108,22	29,04	—
20	25,75	12,91	5,08	5,62	—	8,14	21,86	42,14	1,68	123,18	62,35	—
21	21,33	4,53	22,67	14,59	4,57	5,01	25,99	20,68	3,13	122,50	42,93	—
22	10,48	9,21	40,35	18,40	14,42	0,99	65,61	30,23	13,31	203,00	71,15	—
23	66,20	4,70	8,36	18,57	10,48	32,76	39,28	18,06	—	198,41	41,33	—
24	24,35	11,49	14,99	22,03	18,65	3,26	83,82	19,44	—	198,03	52,96	4,45
25	12,36	5,91	27,11	2,06	15,06	3,25	2,47	19,39	6,14	93,75	33,50	2,75
26	4,58	3,05	37,47	8,71	3,48	4,94	2,19	34,09	2,34	100,85	48,19	—
27	15,06	9,54	26,93	3,96	7,29	—	4,85	25,07	5,21	97,91	43,69	7,27
28	2,56	1,43	9,36	3,06	2,71	—	—	38,73	10,80	69,55	54,92	—
A ¹	13	4	15	12	8	9	17	21	5	104	43	—
B ²	102	108	78	70	74	132	133	43	90	40	34	—

¹A = Volumen promedio de las 28 muestras (m³.)

²B = Coeficiente de variación (porcientos).

mentaria. Sin embargo, pueden delinear los límites de las principales formaciones forestales hasta la distancia media, e indicar los detalles topográficos que deben interpolarse entre las franjas adyacentes de las vistas aéreas verticales. En esta forma se han confeccionado mapas útiles, aunque la exactitud general depende de dos factores: el número de puntos de control y la posibilidad de unir las fotografías utilizando las vistas oblicuas. El grado en que se cumplen estas condiciones en el Amazonas, aunque no permite confeccionar buenos mapas, es suficiente para levantar mapas de reconocimiento necesarios en la iniciación de las tareas de interpretación y evaluación. Todavía no se sabe cuánto mejorará su exactitud, a medida que progrese el trabajo de campo, pero no hay duda de que proporcionarán muchos mejores datos para fines de ordenación que los que habrían podido obtenerse sin la fotografía.

El trabajo en el terreno mismo acaba de iniciarse. Algunos de los datos ya recogidos sobre el primer lote de muestras se anotan en el cuadro anterior. Estos datos proporcionan una verificación preliminar de la información fotográfica e indican la variabilidad del tipo forestal que se estudia y la intensidad de muestreo requerida para obtener un grado estipulado de precisión para los fines de ordenación forestal.

Los datos de este cuadro presentan particular interés porque tienden a confirmar la experiencia obtenida en Surinam, a pesar de que se refieren a una zona situada a 2 mil kilómetros más al sur. Las conclusiones más importantes derivadas de dicha experiencia son las siguientes:

1) es evidente que cuanto mayor es el número de las especies dominantes y codominantes que puedan agruparse, hay mayor probabilidad de obtener buenos resultados estadísticos;

2) sólo es factible obtener una cifra estadística satisfactoria de una especie aislada cuando, en casos excepcionales, ésta se encuentra en casi todas las tomas del muestreo total; por ejemplo, en la n° 8 del cuadro;

3) en la actual explotación selectiva de madera para la construcción en el trópico —es decir, la tala de sólo una o dos especies entre los centenares que se presentan—, una interpretación general que no enfoque deliberadamente las especies "valiosas" es probable que no arroje datos de ningún valor.

Los datos confirmaron los resultados observados en las fotografías verticales: los lotes 5, 13 y 14 son típicos de manchones bajos y los lotes 22, 23 y 24 de los manchones de mayor altura (rodales de altos árboles con grandes copas). Se espera aprovechar la referencia fotográfica para establecer un criterio que permita realizar una estratificación preliminar con el fin de nacionalizar la futura selección de los lotes y reducir el margen variable de las informaciones.

No obstante, los datos proporcionan algunos indicios valiosos sobre las ventajas que se derivan de una interpretación integral del material fotográfico y terrestre. Por ejemplo:

a) la especie n° 6 tiene un coeficiente de variación de 132 por ciento. En las muestras, sin embargo, presenta un alto o un bajo volumen (llegando a cero), sin registrarse frecuencias cercanas a la media. La explicación es sencilla: esta especie se concentra en los faldeos descendientes de los "igarapés" (arroyos); es un árbol bajo que no puede verse en las fotografías, pero el muestreo ha revelado sus características ecológicas. Si se hubiera tratado de una especie "valiosa", por lo menos habría sido posible indicar en el mapa topográfico los lugares en que debiera encontrarse. Si representara interés suficiente, podrían someterse otros datos

del muestreo a un escrutinio para delimitar su frecuencia, dentro de su medio preferido, en ciertas asociaciones que se distinguen en las fotografías aéreas, y restringen más aún en el mapa topográfico la zona en que es probable encontrarla;

b) por otra parte, la especie n° 7 se presenta en las estadísticas y en el terreno como un árbol de super estructura maciza que crece en grupos. Esto sugiere inmediatamente la necesidad de localizar estos grupos en las fotografías. Mediante una estratificación adecuada se podrá en tal caso practicar el muestreo hasta lograr la exactitud estadística;

c) la especie *x* es "valiosa" y rara en esta región. Sólo si pudiera identificarse en las fotografías por alguna característica especial (por ejemplo, al coincidir la fotografía con un florecimiento inconfundible), sería posible evaluar su frecuencia a partir de cualquier interpretación general practicable;

d) finalmente, aunque todas las especies encontradas no sean adecuadas para un proyecto de fabricación de papel y celulosa, a partir de este muestreo inicial es evidente que, cuanto mayor sea el número de las especies aceptables, más generalizadas, con mayor rapidez será posible obtener por medio del muestreo una estimación de su volumen bastante precisa para orientar un proyecto en particular. Si en el caso anterior, por ejemplo, fuera necesario emprender las investigaciones sobre las especies n°s. 2, 4, 8 y 9, se obtendrían buenas informaciones mucho más rápidamente que si las limitaciones que imponen las técnicas de explotación aconsejaran el rechazo de algunas de estas especies.

Puede decirse, a guisa de conclusión, que, en general, el reconocimiento aéreo puede proporcionar informaciones mayores, mejores y mucho más baratas que el reconocimiento terrestre. Pero también es cierto que mientras la explotación de los bosques tropicales siga limitada a un corto número de especies de excepcional valor comercial, la fotografía a escala pequeña no podrá llegar ni remotamente, en la evaluación de las especies de valor comercial, al grado de exactitud que se ha logrado en los bosques de las zonas templadas. En el mejor de los casos, podrá delimitar las asociaciones en que se encuentra la especie y dar el orden de magnitud de su volumen en cada asociación. Y en el peor de ellos, podrá indicar las zonas en que no se presenta la especie y reducir así los gastos de una exploración terrestre al 100 por ciento, practica común en los bosques tropicales.

Sin embargo, la diestra interpretación de las fotografías aéreas, utilizando los datos obtenidos en un amplio muestreo, pueden permitir la confección rápida de buenos mapas tipo; también podrá indicar con suficiente exactitud, para una ordenación amplia de los bosques tropicales, el volumen del tipo en conjunto y proporcionar datos aproximados de sus componentes dominantes. Si la técnica química de la madera permite ampliar el campo de los materiales aceptables para la fabricación de celulosa, orientándola hacia las amplias categorías de fibras más bien que a las características individuales de los árboles, resulta de inmediato mucho más viable obtener rápidamente datos suficientes y de verdadera utilidad para la industria.

Es probable que la conclusión más importante que puede obtenerse de la experiencia acumulada en el reconocimiento aéreo de los bosques tropicales estriba en que este trabajo es intrínsecamente de naturaleza personal. Por ejemplo, se ha demostrado que la evaluación de la especie n° 6 se obtendrá con mayor rapidez si el topógrafo puede observar las características ecológicas de la especie y el intérprete de fotografías planificar los faldeos que descienden de los arroyos. De otra manera, para obtener cualquier información

útil sobre esta materia, sólo existe el procedimiento de tomar reiteradas muestras, que obliga a perder mucho tiempo. Aun en este caso, las dificultades de índole práctica son tan grandes que es improbable lograr los resultados esperados.

El desarrollo de los bosques tropicales no sigue en general el curso uniforme que exige una evaluación paciente a largo plazo. Se caracteriza por súbitos impulsos de investigación industrial, que por su misma naturaleza exigen resultados inmediatos. Como las mayores oportunidades para el des-

arrollo de los bosques tropicales las han creado los intereses industriales, el ingeniero forestal en el trópico se ve obligado a considerar en forma realista los procedimientos técnicos normales cuando trata de proporcionar datos forestales a los industriales. Parte de la información se necesita rápidamente; el factor tiempo es siempre de la mayor importancia. Pero las exigencias de una buena interpretación son estrictas y no resulta fácil encontrar el personal apropiado para este tipo de trabajo.

ANTEPROYECTOS DE FABRICAS DE PAPEL Y CELULOSA Y DE SUS SERVICIOS AUXILIARES EN LAS REGIONES TROPICALES¹

Centre de Recherches et d'Etudes pour l'Industrie de la Cellulose et du Papier (Francia)

Si se ha decidido instalar una fábrica, puede suponerse que en el correspondiente estudio preliminar se especificará no sólo la capacidad y programa de producción, los procedimientos que deberán emplearse y la naturaleza e importancia de los servicios auxiliares que es necesario establecer, sino también las fuentes de materias primas y el ritmo de abastecimiento, las limitaciones que imponen las condiciones locales en cuanto concierne al peso y dimensión de los diferentes elementos del equipo, así como el alcance y la capacidad de la industria local de la construcción a la que se recurra para obtener ciertos materiales.

En primer lugar habrá que preparar un anteproyecto completo, conforme a la pauta que se sigue comúnmente respecto a las industrias de ese género. Los principales aspectos del plan serán:

I. La concepción de la fábrica, es decir, el establecimiento de un plan de fabricación para las diferentes secciones, la distribución del equipo en los diferentes edificios, la especificación de todo el equipo, la determinación de las características esenciales de los edificios, y

II. El establecimiento de un plan de trabajo para la labor de construcción final y especialmente para la que se ha de efectuar en el sitio mismo de la fábrica.

En el presente trabajo no se mencionan los diversos métodos a que se habrá de recurrir para preparar un anteproyecto con los dos elementos constitutivos mencionados, ya que la manera general de proceder será semejante a la que exige la instalación de cualquier fábrica en las regiones tropicales. Bastará con indicar algunas modificaciones que pueda ser necesario introducir, debido a las limitaciones que imponen las condiciones locales, tanto en el plan de la fábrica como en su programa de trabajo.

A) PLAN DE LA FÁBRICA

1. Especificaciones del equipo

Se intentará, en la medida de lo posible, que el equipo especificado satisfaga las normas establecidas en otras fábricas de papel y celulosa. Las modificaciones necesarias para tener en cuenta las condiciones locales serán, por lo general, las relacionadas con restricciones en materia de transporte. Los límites de peso pueden hacer que ciertos equipos como las prensas de la máquina de papel, los cilindros de calandra y los turbogeneradores tengan que embarcarse sin montar. Puede haber límites también en cuanto a dimensiones de ciertos equipos voluminosos como los digestores y los evaporadores. En cada caso será necesario conciliar las exigencias de la industria manufacturera con las limitaciones impuestas por los servicios y las condiciones relativas al transporte del equipo o al montaje del mismo en el lugar de la obra. Antes de adoptar una decisión, se estudiará tam-

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.4, condensada.

bién la posibilidad de mejorar, eventualmente o en forma definitiva, los medios de transporte existentes.

2. Edificios

Habrá que tener sumo cuidado en la selección de materiales. En la mayor parte de los casos, las dificultades de transporte harán difícil el traslado de armaduras montadas hasta la obra. Por lo tanto, será necesario prever en el recinto de la fábrica un taller de ensambladura y considerar esta eventualidad en el diseño de las armaduras metálicas.

Convendrá tener en cuenta las limitaciones a que tendrán que hacer frente los contratistas locales encargados de la construcción. Tales limitaciones en lo que respecta a equipo, así como la falta de experiencia de la mano de obra, pueden impedir que el trabajo se realice dentro de los límites habituales de tolerancia.

En el diseño y la distribución de los edificios hay que tomar en cuenta los factores climáticos y otros aspectos referentes a desagüe, circulación dentro de los edificios, líneas de acceso a los medios de transporte por ferrocarril, carretera y vías fluviales. Se deberá asegurar la máxima protección contra los rayos del sol; para combatir el calor y la humedad habrá que depender en general de un buen sistema de ventilación natural. Por otra parte, habrá que solucionar problemas especiales relacionados con la protección contra la lluvia y con el drenaje de la gran cantidad de aguas servidas.

3. Instalación provisional

Como en general no se recibirá ayuda del exterior, será necesario establecer con carácter provisional ciertos servicios indispensables para la construcción. Es importante preverlos con cuidado desde la iniciación del anteproyecto, a fin de no perjudicar el ritmo de trabajo en la obra.

B) PLAN DE TRABAJO

1. Nivelación del terreno y construcción de edificios

Al formular el plan de trabajos de ingeniería conviene tener en cuenta los largos períodos durante los cuales será imposible trabajar, sobre todo en la estación de las lluvias. Las dos primeras etapas del trabajo deben proyectarse para llevarlas a cabo en forma continua. Tales etapas son: 1) nivelación para los cimientos de los edificios industriales y construcción de viviendas para el personal, y 2) instalación del taller mecánico, la central eléctrica y el almacén de material. La tercera etapa, o sea la de construcción de otros edificios industriales, puede realizarse por partes en caso necesario.

En general, debido a las largas interrupciones y al ritmo de trabajo más lento en las regiones tropicales, habrá que prever un plazo entre 18 meses y 2 años para llevar a cabo esos trabajos, que normalmente se podrían realizar en menos de un año.

2. Entrega del equipo

Habrá que adaptar las medidas necesarias para descargar, trasladar y almacenar toneladas y toneladas de material. A este respecto, convendrá preparar de antemano un minucioso plan de almacenamiento. Aunque debe procurarse respetar el programa de entrega y recepci3n de material, para evitar graves pérdidas de tiempo y dinero se tendrá que modificar sin demora el programa de trabajo cuando éste no se ajuste a la realidad.

3. Programa de construcci3n

Será difícil establecer el programa de construcci3n, pues se tendrá que armonizar la necesidad de que los trabajos se ejecuten con rapidez y la preocupaci3n por limitar el número de especialistas calificados provenientes del extranjero así como el personal local que trabaje en la obra.

C) PREPARACI3N DEL PROGRAMA DE TRABAJO

Si bien es importante establecer el programa de trabajo con bastante anticipaci3n, conviene prever con generosidad algunos períodos de retraso en la construcci3n derivados de limitaciones impuestas por las condiciones locales. Habrá que examinar constantemente los progresos realizados y modificar el programa a fin de tomar en cuenta tales limitaciones.

Se recomienda que en la preparaci3n del programa de trabajo se proceda conforme a las etapas siguientes:

1) Establecimiento del plan general de la fábrica, incluso especificaci3n del equipo principal necesario para cada uno de sus departamentos; distribuci3n aproximada del equipo en los diversos edificios.

2) Especificaci3n de la naturaleza de las construcciones y edificios requeridos.

3) Preparaci3n de un programa de trabajo para la totalidad del proyecto, teniendo en cuenta las eventualidades impuestas por las condiciones locales.

4) Preparaci3n de anteproyectos para cada uno de los departamentos, conforme a un orden de prelación.

5) Preparaci3n de un programa detallado para la entrega de los suministros necesarios (puestos en fábrica, embarque, desembarque, aforo, conducci3n y almacenamiento).

6) En el plan de almacenamiento se determinará si deben habilitarse edificios provisionales para guardar equipo.

7) Se podrá completar el anteproyecto con el estudio de las instalaciones provisionales de la obra, inclusive los edificios para el almacenamiento de equipo.

EXTRACCION Y TRANSPORTE DE MADERA EN LAS REGIONES TROPICALES¹

Pierre Allouard

1. INTRODUCCIÓN

En México, Brasil, Colombia y Argentina se estudió el abastecimiento de madera para fábricas de celulosa con capacidad de 15, 30, 60 y 100 mil toneladas anuales. Los aspectos tratados fueron: forma de organización general y de explotación; costo de la madera entregada en la fábrica; mano de obra, equipo, inversiones y capital de trabajo necesarios.

Todos los cálculos de precio y rendimiento se basan en la tonelada de madera verde; según cálculos prudentiales se necesitan 4 toneladas de madera verde para obtener 1 de pasta. Todas las apreciaciones y cálculos se refieren a la madera con corteza, pues se considera que en la fábrica se la podrá descortezar en mejores condiciones que en el bosque. A manera de hipótesis se ha supuesto que el bosque podría proporcionar el 50 por ciento de madera para pasta y el 50 por ciento restante podría utilizarse como leña, si se obtuviesen así utilidades.

En el costo de la madera se incluyen los gastos por concepto de servicios sociales para el personal empleado, los gastos de reforestación, los sueldos del personal administrativo y un cierto margen para imprevistos.

Aunque se ha supuesto, con objeto de determinar los costos normales en vez de los iniciales, que han quedado establecidos los métodos de trabajo, se ha dejado amplio margen para el estudio y ensayo de métodos de explotación forestal y capacitación del personal. El equipo forestal se considera amortizado en 4 años. Por otra parte, el costo de caminos secundarios, provisionales, está incluido en los gastos anuales de explotación.

La estimación del costo del equipo se basa en los precios y tipos de cambio vigentes el 1º de marzo de 1954.

Para cada proyecto se ha previsto la necesidad de hacer un reconocimiento sistemático de los bosques y un completo inventario forestal, aplicando el método de la parcelación.

Se da por sentado que la explotación y administración de los bosques en que se obtendrá la madera para papel y, eventualmente, la madera para combustible, se organizarán a base de su rendimiento constante.

El método de explotación previsto es el corte raso, en fajas relativamente angostas.

2. TRABAJOS PREPARATORIOS

En los países tropicales no existe actualmente una explotación forestal en la escala que requiere una fábrica de celulosa de capacidad normal. La experiencia adquirida en las explotaciones tropicales de madera para construcción y en la extracción de madera para celulosa en los países de clima templado no puede aplicarse sin ciertas modificaciones.

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.5, condensada, en el que se presentan datos sobre estimaciones correspondientes a la mano de obra necesaria, salarios, equipo especificado, etc. y se ofrecen estimaciones acerca del capital requerido y costo de la madera para pasta en lo que respecta a cada proyecto y a cuatro fábricas de diferentes tamaños. También se comentan las diferencias entre los diversos factores de costo que intervienen en los diversos proyectos.

nes. Por eso, aunque en el presente estudio se pueda dar una idea conveniente de los métodos que convendrá seguir y de los costos aproximados, habrá que hacer ensayos prácticos y determinar el rendimiento antes de instalar la fábrica.

Las explotaciones han sido divididas en unidades de producción de 60 mil toneladas anuales de madera para papel (aumentadas eventualmente en una cantidad equivalente de madera para combustible); cada unidad gozará de un alto grado de autonomía y tendrá su zona forestal propia, su taller y hasta su almacén. Para las fábricas de más de 15 mil toneladas y principalmente a partir de las de 60 mil toneladas, será necesario crear una administración general que habrá de orientar y coordinar la actividad de las explotaciones unitarias.

a) Reconocimientos previos

Las fotografías aéreas son indispensables para definir las superficies arboladas y sus contornos, a fin de formarse una idea general del volumen por hectárea y para establecer el esquema de la red caminera.

Los datos así obtenidos deben completarse con reconocimientos terrestres metódicos. Se realizarán en pequeña escala estudios de la forma en que el equipo responde a las condiciones locales con objeto de adaptar los métodos de trabajo según sea necesario. Paralelamente, deberán emprenderse estudios para determinar las características de conservación de las diversas especies que habrán de emplearse en la fabricación de celulosa.

b) Construcción de la red caminera

La red de caminos primarios consistirá en caminos permanentes a intervalos variables entre 5 y 10 kilómetros que permitan el transporte de madera, incluso durante la estación lluviosa. Eventualmente, se apisonarán algunos tramos cortos en lugares donde la circulación sea mayor. En general, convendrá terminar la construcción de la red de caminos principales en el curso de algunos años, y no escalonarla durante todo el período de rotación.

Los caminos secundarios se establecerán normalmente a razón de uno por cada 500 metros y serán de carácter provisional. Los gastos correspondientes se cargarán a la cuenta de tala anual. Sin embargo, si la construcción de caminos resultase demasiado onerosa, podrán espaciarse más, complementando los caminos secundarios con vías de saca que permitan la entrada en el bosque.

3. OPERACIONES FORESTALES

a) Parcela, medición y marca

Así como la marca de los árboles es indispensable, también lo son la parcelación y la medición. Estos trabajos facilitarán la explotación forestal y las actividades de la fábrica; permitirán además la fiscalización durante la tala. El desmalezamiento, la partida de gastos más elevados, es necesario de todas maneras.

b) Tala

La tala se hará en dos etapas: primero se procederá a derribar y a acarrear los árboles de diámetro pequeño. El troceado se hará a mano y en longitudes previamente determinadas. Se estima que en esta labor de tala y troceado dos hombres podrán rendir 10 toneladas diarias de madera.

c) Acarreo

Para el acarreo de maderos pequeños y grandes se prevé el empleo de tractores D 4 y D 6, respectivamente. Estos tractores estarán provistos de malacates y *bulldozers*. Con terrenos planos y distancias moderadas la capacidad diaria de estos tractores sería de 60 y 90 toneladas, respectivamente.

Para la carga y el transporte se emplearán camiones de 5 y 7 toneladas provisos de remolque y un sistema de carga mecánica.

Aunque la mayor parte de los gastos corrientes han sido incluidos en los generales correspondientes al proyecto en su totalidad, algunos rubros representan ciertamente gastos de explotación y en consecuencia han sido incluidos en el precio de costo de la madera para pasta; por ejemplo, personal a cargo de la unidad de explotación (jefe de la unidad, 5 jefes de obra o de patio y diversos subalternos para cada unidad de 60 mil toneladas), si se trata de más de una fábrica, vehículos diversos y fondos para gastos imprevistos.

4. CONDICIONES ESPECIALES EN CADA PAÍS

a) México

La zona en la cual se realizará la explotación está situada sobre la vasta planicie calcárea de Yucatán, cerca del mar; el centro de explotación será establecido probablemente en Colonia, Yucatán, donde se encuentra ya instalada la Maderera del Trópico, S. A. La zona está cubierta por un bosque pobre, pero que se hace bastante denso a medida que se aleja del mar. Se estima que se pueden obtener 100 toneladas de madera por hectárea, de las cuales 40 serían para celulosa. Con una rotación de 40 años, y agregando un 25 por ciento para tomar en cuenta terrenos reservados dentro de la zona, una fábrica con capacidad para 15 mil toneladas (abastecimiento anual: 60 mil toneladas de madera para pasta) necesitará, para su abastecimiento, una superficie de 15 mil hectáreas.

Como la empresa maderera mencionada ha resuelto ya los problemas relativos al establecimiento de personal industrial, es fácil encontrar mano de obra, incluso especialistas calificados y especialmente conductores de tractores o camiones y obreros de taller. Los jefes de grupo pueden contratarse sin dificultad alguna y los salarios no son muy elevados.

Los gastos sociales para la mano de obra (sin incluir la vivienda) pueden estimarse en un 25 por ciento de los sueldos.

La estación de las lluvias dura 5 meses; el agua se filtra fácilmente en el terreno calcáreo.

La construcción de caminos primarios será una empresa onerosa, dado el carácter rocoso del suelo. Serán asfaltados y servirán también de caminos públicos; bastará entre ellos un espacio de 10 kilómetros. La construcción de caminos secundarios, con un kilómetro de separación, entrañará también gastos cuantiosos. El acarreo será difícil a causa del terreno rocoso, que disminuye la capacidad diaria de los tractores.

Se examinaron en México otros dos posibles sitios de em-

plazamiento, que estudiados con más detenimiento quizá resulten superiores al de Yucatán.

b) Brasil

La fábrica proyectada se instalará en Puerto Platón, en el río Araguari, territorio federal de Amapá, a unos 100 kilómetros al norte del Amazonas. El bosque explotable es bastante rico; contiene como término medio 200 toneladas de madera por hectárea, de las cuales se pueden obtener unas 100 de madera para pasta. Una zona de abastecimiento de 24 mil hectáreas bastaría para proveer de materia prima a una fábrica de 15 mil toneladas. La superficie explotable no tendrá dificultad alguna en proporcionar madera para pasta a una fábrica de celulosa con capacidad anual de 60 mil toneladas (240 mil toneladas de madera).

El territorio de Amapá es muy poco poblado y la región escogida para ubicar la fábrica está deshabitada. La mano de obra deberá ser llevada de otras regiones y habrá que adiestrarla.

Los gastos sociales de los obreros pueden calcularse en un 50 por ciento de los salarios.

Debido a la riqueza del bosque y a las buenas condiciones del terreno, la explotación será ventajosa, no obstante las dificultades de la mano de obra. Probablemente resultará provechoso explotar la madera para combustible, ya que, en razón del bajo precio a que podrá obtenerse, constituirá posiblemente el combustible más barato, incluso para la producción de fuerza motriz.

Los caminos, siempre que no sean asfaltados, serán poco costosos y fáciles de construir. El sistema de caminos principales será bastante denso (redes de 5 a 7 kilómetros por lado) para evitar la concentración excesiva del tránsito, con lo cual se podrá prescindir de la pavimentación. Dada la riqueza del bosque, las distancias y los gastos de transporte serán relativamente pequeños.

c) Colombia

Se supone que la fábrica se instalará en el valle del río Magdalena, en Puerto Berrío. Se estudio también otro lugar de ubicación —Puerto Boyacá— que, si bien es más rico desde el punto de vista forestal, presenta ciertos inconvenientes de carácter económico. El bosque de Puerto Berrío comprende una gran proporción de especies de madera de baja densidad y crecimiento rápido, condiciones favorables para la fabricación de la pasta mecánica, que constituye la principal producción proyectada. Como consecuencia de ello, la rotación de los cortes podría reducirse de 40 a 30 años.

El terreno es, en general, bastante arenoso y la presencia de grava permitiría construir fácilmente caminos transitables durante todas las estaciones del año. Debe señalarse, sin embargo, que, a causa del carácter relativamente quebrado del terreno, aumentará el costo del kilómetro de camino.

Como el bosque es pobre, habrá que cubrir grandes distancias para explotarlo, lo que ocasionará cuantiosos costos de transporte. No habrá dificultades para obtener mano de obra —algunos trabajadores serán traídos de colonias vecinas—, pero los salarios serán elevados.

Se podría extraer madera para pasta a razón de 35 toneladas por hectárea. No se necesitará explotar leña, pues un oleoducto que atraviesa el lugar permitiría obtener petróleo, que sin duda alguna sería el combustible más barato.

d) Argentina

La fábrica proyectada sería en Puerto Piray, en el territorio de Misiones.

El proyecto se basa en el estudio de una fábrica de pasta al sulfato a base de mezclas de maderas tropicales, que sería una ampliación de una fábrica al sulfito actualmente en construcción. Esta última utilizaría al principio algunos macizos de pino de Paraná y ulteriormente plantaciones de la misma especie.

La fábrica de pasta al sulfito consumirá anualmente unas 150 mil toneladas de madera para combustible. La fábrica de pasta al sulfato usará los recursos de madera tropical disponibles, una vez abastecida la fábrica de pasta al sulfito.

El bosque natural no es muy rico. Sin temor a equivocarse, puede decirse que su rendimiento es de 100 toneladas por hectárea, de las cuales 50 serán para pasta. Por otra parte, el 25 por ciento de la superficie es demasiado accidentado para explotar y otro 25 por ciento debe dejarse para la agricultura. No obstante, sobraría madera para abastecer una fábrica de 100 mil toneladas de celulosa, aun teniendo en cuenta la superficie que debe reservarse para la fábrica de pasta al sulfito.

Será necesario un sistema de caminos principales de 7x7 kilómetros. La construcción de caminos entrañaría gastos cuantiosos que parcialmente podrían cargarse a los trabajos de desarrollo agrícola. Algunos tramos deberán ser pavimentados. Los gastos de transporte serán elevados, debido a las largas distancias que será necesario recorrer.

Es fácil de obtener la mano de obra, pero relativamente cara.

5. ESTIMACIONES DEL COSTO DE LA MADERA PARA CELULOSA

En el cuadro siguiente se presentan estimaciones del costo, para cada uno de los proyectos examinados, de tonelada

de madera verde entregada a la fábrica de celulosa. En cada caso, las estimaciones se refieren a una fábrica de 30 mil toneladas, es decir, a una capacidad anual de 120 mil toneladas de madera para pasta. Todas las cifras han sido convertidas a dólares norteamericanos; en las estimaciones del costo se han hecho intervenir 14 factores.

Cuadro 1

ESTIMACIONES DEL COSTO DE LA MADERA PARA CELULOSA

	México	Brasil	Colombia	Argentina
1. Parcelación, medición y marca	0,21	0,07	0,38	0,18
2. Construcción de caminos secundarios	0,36	0,02	0,17	0,29
3. Amortización de trabajos preparatorios (en especial caminos principales)	0,17	0,03	0,16	0,12
4. Conservación de caminos principales	0,29	0,14	0,50	0,49
5. Tala y troceado	0,25	0,24	0,48	0,38
6. Acarreo	1,24	0,90	0,90	0,86
7. Carga y preparación	0,06	0,00	0,10	0,04
8. Transporte	0,59	0,36	1,22	2,21
9. Silvicultura	0,53	0,27	0,85	0,68
10. Personal técnico	0,52	0,57	1,14	0,78
11. Dirección general	0,12	0,27	0,40	0,24
12. Operación de rajar madera	0,03	0,07	0,05	0,07
13. Vehículos varios	0,19	0,10	0,24	0,44
Total	4,56	3,04	6,59	6,78
14. Imprevistos ^a	0,46	0,36	0,65	0,67
Costo total por tonelada	5,02	3,40	7,24	7,45

^a 10 por ciento en México, Colombia y la Argentina; 12 por ciento en el Brasil.

DISPONIBILIDAD ECONOMICA DE MATERIAS PRIMAS PARA PAPEL Y CELULOSA EN LOS BOSQUES HIGROFITICOS DE AMERICA LATINA¹

Orlando A. d'Adamo

Los bosques higrofiticos de los países latinoamericanos constituyen una de las reservas más cuantiosas de madera del mundo. Hasta ahora el aprovechamiento de dichos recursos ha tropezado con graves dificultades, derivadas no sólo de la falta de estudios técnicos, sino también del carácter heterogéneo de tales bosques y de la escasez relativa de especies de valor comercial, ya que en general se presentan en el bosque en volúmenes de sólo 1 o 2 metros cúbicos por hectárea. El transporte de los productos forestales hasta los centros de consumo constituye un grave problema, pues éstos se hallan, por lo general, a 1.000 o 2.000 km. de distancia, lo que se explica por el alto grado de concentración industrial y demográfica que caracteriza a los países latinoamericanos.

Con la aparición de las industrias de madera terciada, papel y celulosa, han surgido nuevas posibilidades de cambiar radicalmente las condiciones de explotación de esos bosques modificando con ello la estructura económica de la región o del país.

En el pasado era muy frecuente que los empresarios explotaran bosques con arreglo a planes de corta duración, de modo que llegaba el momento en que ya no podían obtener de aquéllos la cantidad de materia prima que necesitaban. Aunque es posible que la falta de previsión para obtener materias primas no tenga consecuencias muy graves en el caso de aquellas industrias en las que la inversión original es pequeña, tratándose de empresas tan complejas y costosas como las de papel y celulosa, sus consecuencias serían sumamente serias.

Al proceder a la instalación de una industria de papel y celulosa, es indispensable determinar con cuidado las condiciones en que podrán obtenerse suministros en cantidad suficiente, en forma continua y a bajo precio. En el plan general de ordenación hay que tener en cuenta el costo de la materia prima y el volumen de recursos disponibles.

Hay cuatro estados previos a la aplicación del plan general de ordenación, que corresponden a la realización de estudios jurídicos, naturales, forestales y económicos de la unidad forestal o cuartel de que se trate. Lo esencial del plan será la política que se adopte en materia de explotación de tales bosques, en la cual deberá considerárseles como fuente de materia prima de carácter renovable y, por ende, susceptible de convertirse en origen permanente de recursos. Si el plan no prevé tal cosa, estará en peligro el destino de la empresa; por otra parte, la explotación sin criterio alguno tendrá graves consecuencias para las condiciones del suelo, el abastecimiento de agua y, por lo tanto, para toda la economía de la región forestal de que se trata.

El problema más importante consiste en conciliar los principios de una administración prudente y la explotación de carácter económico. Antes se creía que los gastos de explotación de una empresa industrial en bosques tropicales serían prohibitivos, ya que, para ser lucrativa, la explotación tendría que basarse en la extracción de sólo una pequeña parte de la materia prima, es decir, de las especies de valor comercial.

Por fortuna, la propia naturaleza proporciona las armas

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.6, condensada.

necesarias para modificar la composición de los bosques sin vulnerar su aprovechamiento económico. Algunas especies tienen gran capacidad regenerativa, hasta el punto de llegar a convertirse en las especies dominantes de determinada agrupación forestal. Tal aptitud biológica puede aprovecharse conforme a un plan de ordenación forestal a fin de asegurar la "composición tipo" deseada, creando así la posibilidad de emplear tales especies en forma económica. A fin de identificar las especies que pueden servir para tal propósito, conviene examinar los bosques en sus aspectos botánico, forestal y económico. Cuando se haya decidido acerca de las especies dominantes, se podrá proceder sin miramiento alguno a eliminar las que ya no se necesitan.

La renta forestal, expresión del tratamiento ordenado de un cuartel o de una comarca, es la medida de la capacidad productiva de la industria y el límite de su expansión natural, siempre, claro está, que no se disponga de otras fuentes de abastecimiento.

Si las especies que han de constituir el futuro bosque ordenado fueran las únicas que pudieran utilizarse industrialmente, se requeriría un período de transición de rotación de las especies en el que se obtendría una renta mínima, ya que los gastos de extracción serían muy elevados. Felizmente, sin embargo, en esos macizos siempre hay especies que, aunque no forman parte del plan de ordenación a largo plazo, se prestan para la fabricación de celulosa.

A manera de ejemplo se puede citar el plan de ordenación adoptado para una unidad forestal de 4.400 hectáreas en una zona de bosques higrofiticos del territorio nacional de Misiones.

Con el plan previsto se trata de constituir un bosque que bien podría denominarse "bosque entremezclado dominado por el laurel negro" (*Nectandra saligna*); los estudios realizados sobre el particular dan a entender que es posible lograr tal objetivo. La transformación consistiría en facilitar el predominio, sobre el resto complejizado, de la especie biológicamente más apta y económicamente conveniente. Esta especie sería beneficiada en bosque alto por el método masal, combinado con cortas por entresaca en el tramo en generación.

El método masal elegido es el de tramo único móvil, con un ciclo de 80 años, tecnológicamente el mejor en lo que se refiere al incremento leñoso. Los períodos serán de 20 años por término medio. La repoblación de la especie, en caso necesario, se haría por siembra directa y, eventualmente, por replante.

Conforme al plan de ordenación mencionado, se obtendrá anualmente un rendimiento cada vez mayor de laurel negro, es decir, de la especie básica del plan. Sin alterar la armonía de dicho plan, se explotarán otras especies a fin de repoblar algunos tramos y modificar la ordenación de otros. Algunas de estas especies se utilizarán en la fabricación de papel y celulosa, en tanto que otras serán explotadas con distintos fines comerciales. El volumen de madera extraído deberá ser cuidadosamente coordinado con el plan, de modo que sea posible constituir gradualmente el bosque normalizado, a medida que se vayan eliminando las especies que se desee exterminar.

MADERA PARA PAPEL OBTENIDA DEL CETICO (*CECROPIA*) PERUANO¹

Banco de Fomento Agropecuario del Perú

La región forestal del Perú, que se extiende al este de los Andes, abarca unos 60 millones de hectáreas. Contiene una gran variedad de especies arbóreas, de las que en el Valle del Amazonas se encuentran unas 250. Entre éstas las hay de maderas preciosas de gran valor comercial y muchas otras que, a pesar de su abundancia, tienen actualmente muy poco o ningún valor comercial. Desde el punto de vista técnico, estas últimas especies podrían aprovecharse como materia prima para la fabricación de celulosa, lo que reportaría enormes beneficios a la economía nacional.

Entre las especies del último grupo, la que más abunda es la *Cecropia*, de la familia de las moráceas, que crece en las riberas del río Amazonas y de sus afluentes, donde se la conoce con el nombre de cetico; es común en los claros del bosque y con frecuencia es la especie dominante en los renovales.

El cetico es un árbol pequeño, de frondosidad mediana, corteza de textura suave y color gris verdoso. El tronco, esbelto y hueco, se angosta hacia la base y se sustenta con numerosas raíces que descienden oblicuamente hasta el suelo desde una altura de 1 a 1,5 metros. Estos árboles son de vida corta y crecimiento muy rápido y generalmente se encuentran infestados de pequeñas hormigas que perforan despiadadamente su tronco cuando lo atacan. El cetico tiene la particularidad de volver a brotar una vez que el árbol ha sido talado. Sus hojas son muy largas, de hasta 90 centímetros de diámetro; las flores son pequeñas y se dan en racimos de color verdiblanco. En la región donde crece, la madera se suele utilizar como combustible y la corteza para la fabricación de cuerdas.

En 1949, el Banco de Fomento Agropecuario inició estudios acerca de la industrialización del cetico y ulteriormente dos misiones² hicieron investigaciones y realizaron estudios sobre el terreno, con objeto de examinar la posibilidad de emplear esa madera para la fabricación de celulosa.

La primera misión investigó lo referente a materia prima, combustibles, fuentes de energía, vías de comunicación, posibilidades de mercado, etc. A fin de determinar los recursos disponibles de cetico, se hicieron reconocimientos aéreos, fluviales y terrestres a lo largo del río Amazonas y de gran número de sus afluentes. Se enviaron a Europa muestras de su madera con objeto de ensayar la fabricación de pasta mecánica. A la pasta mecánica de cetico se agregó una pequeña porción de pasta química sueca al sulfito, y con ella se fabricaron varias toneladas de papel de diario, que se utilizó satisfactoriamente en la impresión de diversas ediciones de periódicos en Italia y en Lima.

Los resultados de esos estudios, que duraron más de un año, permiten formular las conclusiones siguientes:

1) Que en la Amazonia peruana hay suficiente cantidad de cetico, de fácil acceso y recolección, que permite obtener indefinidamente madera para la fabricación de papel de dia-

rio, en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades del consumo nacional, actual y futuro;

2) Que Iquitos, uno de los centros más poblados de la Amazonia peruana, es tal vez el lugar más apropiado para instalar una fábrica destinada a la producción anual de unas 6 mil toneladas de pasta mecánica;

3) Que es posible establecer en alguna región de la costa una fábrica de papel de diario con una capacidad de producción de unas 12 mil toneladas anuales; esta fábrica absorbería 6 mil toneladas de pasta mecánica de cetico producida en Iquitos y 6 mil de pasta química, posiblemente de bagazo de caña de azúcar.

La otra misión, que llegó al Perú en 1952, continuó las investigaciones entonces iniciadas. En un estudio sobre la región señaló que la zona del río Ucayali, en la región de Pucallpa, ofrecía más ventajas que la ciudad de Iquitos para la instalación de la fábrica prevista. El puerto fluvial de Pucallpa, a 842 kilómetros de Lima, está conectado con la capital de la República por carretera y por vía mixta de carretera y ferrocarril.

Se hizo también un estudio fotogramétrico de la zona del río Ucayali, que permitió ubicar los rodales de cetico; hasta ahora se han censado 39 en total —tomando una muestra del 10 por ciento—, distribuidos en una superficie de 160 kilómetros del río Ucayali y del Pachitea y sus afluentes, en una banda de 300 metros de ancho a cada lado del río. Se señaló la posibilidad de obtener 105 metros cúbicos de madera utilizable por hectárea. En otros estudios llevados a cabo simultáneamente se examinó la propagación del cetico y el costo de extracción. De todos esos estudios se desprenden las conclusiones siguientes:

1) Tomando en cuenta los rodales de cetico más los árboles de tal especie dispersos en la región, se puede estimar un volumen promedio de 1.800 metros cúbicos de madera utilizable por kilómetro lineal de los 160 kilómetros del río censados.

2) El cetico crece con tanta rapidez que, para los efectos de la fabricación de celulosa, podría calcularse un período de rotación de cinco años.

3) El cetico crece en estado natural en las nuevas tierras que forman los ríos en sus meandros. Así pues, los árboles más antiguos, que son los de mayor volumen, se hallan en las partes más alejadas del río.

4) Son posibles las plantaciones de cetico, las que probablemente darán mayor rendimiento por hectárea que los ceticales naturales. Se ensayaron con éxito diferentes métodos de plantación y trasplante directa. Además, el cetico rebrota sin dificultad alguna del tocón, después de talado el árbol; la cuestión del ritmo de desarrollo de esos brotes continúa sometida a estudio.

5) El costo de la madera de cetico entregada al aserradero se calcula en 81 centavos de dólar estadounidense por metro cúbico. El gasto principal en el proceso de extracción es el ocasionado por el acarreo de las trozas de cetico desde el monte hasta las orillas del río, pero tales gastos se podrían reducir en forma considerable mediante el empleo de equipos mecanizados.

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF. 3/L.3-7, condensada.

² La primera fué de la Cellulose Development Corporation, de Inglaterra; la segunda, de la empresa francesa Batineyret.

Aparte de los estudios realizados sobre el terreno, ensayos industriales realizados con madera de cético enviada a Francia permitieron comprobar que con esa madera era posible fabricar papel de diario de calidad satisfactoria.

Como resultado de los estudios técnicos, así como de un detallado estudio de carácter económico, se llegó a la conclusión de que era posible establecer, en la zona de Pucallpa, una fábrica destinada a la producción de 18 mil toneladas

anuales de papel de diario, manufacturado exclusivamente a base de madera de cético.

Las estimaciones sobre costos revelan que el precio del papel de cético, puesto en Lima, podría competir con el de papel importado de calidad similar. La totalidad del papel de diario que el Perú consume —unas 12 mil toneladas anuales— es importado con un costo superior a 3 millones de dólares; en consecuencia, la fábrica de Pucallpa significaría un ahorro considerable de divisas.

FABRICACION DE PASTA CON MADERAS LATINOAMERICANAS¹

G. H. Chidester y E. R. Schafer

INTRODUCCIÓN

En varias ocasiones se ha solicitado del Forest Products Laboratory la realización de investigaciones sobre papel y celulosa con árboles que no se desarrollan en los Estados Unidos. Uno de los primeros estudios de este tipo, que consistía en pruebas de elaboración de pastas con varias maderas chilenas, se realizó en 1913, pocos años después de establecido el laboratorio. Desde entonces se han efectuado ensayos semejantes con maderas de muchos otros países. Los correspondientes a los países latinoamericanos abarcaron 39 especies individuales y 10 mezclas de especies, cuya composición variaba entre 2 y 32 tipos diferentes. En conjunto, se han ensayado individualmente o en mezclas 109 maderas en total. Este informe presenta los datos básicos y la descripción breve de los resultados de estos experimentos.

Como el presupuesto normal del laboratorio, dependencia del Servicio Forestal de los Estados Unidos, no permite realizar trabajos de este tipo sobre maderas extranjeras, el costo del trabajo se cubrió con las aportaciones de las organizaciones comerciales y otros grupos interesados en los diferentes estudios. El reconocimiento por la mayor parte de estas aportaciones —excesivamente numeroso para repetirlos aquí— se ha expresado en otras publicaciones.

1. PINO INSIGNE [*Pinus radiata*]

En Chile se han desarrollado con rapidez extensas plantaciones de pino insigne, que entre los 8 y 10 años alcanzan un tamaño adecuado para la fabricación de celulosa y entre los 25 y 30 años un diámetro de 25 a 36 centímetros, apropiado para madera de construcción. El Forest Products Laboratory ha examinado esta madera en la elaboración de celulosa para papel y para rayón. La edad promedio de los troncos ensayados era de 39 años, el número de anillos por pulgada 3,5 (1,38 por centímetro) por término medio y su densidad, 488,5 kilogramos por metro cúbico (peso de madera secada al horno con relación al volumen de madera verde).

Para la producción de celulosa kraft no blanqueada, esta madera se trató satisfactoriamente con 15,6 por ciento de álcali activo (sobre madera seca) expresado como Na_2O y un tenor en sulfuro de 30 por ciento sobre el álcali activo. Estas condiciones, así como la duración del tratamiento y la temperatura adoptadas, son similares a las empleadas para el pino del sur de los Estados Unidos. El rendimiento en celulosa depurada fué alrededor de 47 por ciento (210,6 kilogramos de pasta seca por metro cúbico de madera verde). Aunque su resistencia al desgarramiento era algo inferior, esta celulosa tenía mayor resistencia al plegado, y resistencias al reventamiento y a la tracción semejantes a la de la celulosa kraft no blanqueada de tipo comercial obtenida con los pinos del sur. Por lo tanto, esta pasta poseía cualidades suficientes para ser empleada en la fabrica-

ción de papel de envolver, sacos de papel, papeles especiales y cartón de buena calidad.

Se produjo también en condiciones normales de cocción una celulosa al sulfato blanqueable, con propiedades resistentes bien equilibradas. Para fabricarla se emplearon 21,5 kilogramos de productos químicos (Na_2O total) por 100 kilogramos de madera seca y se obtuvo un rendimiento de cerca de 45 por ciento de celulosa depurada (201,8 kilogramos de celulosa por metro cúbico de madera verde). Esta celulosa, semiblanqueada con 6 por ciento de cloro total, empleando el tratamiento en una etapa con hipoclorito, o en dos con cloro e hipoclorito, dió un rendimiento de celulosa de 40 por ciento (sobre la madera) con un grado de blancura de 70 por ciento. Se produjo una ligera pérdida de resistencia en el blanqueo en una etapa; pero la celulosa blanqueada en dos etapas poseía una resistencia superior a la de la celulosa al sulfato semiblanqueada comercial. La celulosa se blanqueó completamente a una blancura de 82 por ciento, con un total de 6 por ciento de cloro, mediante un tratamiento en cuatro etapas con cloro e hipoclorito. El rendimiento en celulosa blanqueada fué de 43 por ciento sobre la madera y se conservó una resistencia media de cerca de 95 por ciento, lo que indica que la celulosa blanqueada podría usarse en papeles fuertes.

Se fabricó celulosa tipo rayón de pino insigne por el procedimiento al sulfato con prehidrólisis y se la purificó mediante un tratamiento en varias etapas con cloro e hipoclorito. El rendimiento en celulosa purificada fué alrededor de 40 por ciento. La composición química, viscosidad y reactividad eran esencialmente iguales a las de las celulosas al sulfito usadas para la fabricación de filamento de rayón viscosa.

Se realizaron ensayos para producir pasta mecánica con pino insigne de Nueva Zelanda. Las resistencias y el grado de desgote de esta pasta fueron similares a los de la de abeto crecido en las mismas condiciones. El consumo de energía por tonelada de pasta fué mucho mayor para el pino que para el abeto, pero no debe considerarse como excesivamente alto. La pasta mecánica de pino tenía un color naranja peculiar y su grado de blancura fué 8 unidades (porcientos) inferior al de la pasta mecánica de abeto.

2. DIVERSAS ESPECIES DE EUCALIPTOS [*E. tereticornis*, *E. saligna*, *E. alba*, *E. kertoniana* y *E. gigantea*]

Las grandes plantaciones de eucalipto del Brasil, la Argentina y otros países de América del Sur adquieren cada vez mayor importancia como fuentes de madera para numerosos usos. El eucalipto se emplea para fabricar papel y celulosa en pequeña escala, aunque las cantidades disponibles a este fin son considerables. Es bien sabido que el eucalipto se usa mucho en Australia para la fabricación de papel.

En el Forest Products Laboratory se han ensayado varias especies de eucalipto brasileño. Hace algunos años, las cocciones al sulfito, realizadas con *E. tereticornis* y *E. saligna* dieron como resultado una celulosa satisfactoria para la

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.8.

fabricación de papel de diario y papeles similares para imprimir. Las celulosas al sulfato elaboradas con estas maderas eran algo más resistentes, aunque tenían que ser blanqueadas para emplearlas en el papel de diario.

Se ensayó recientemente una muestra de *E. saligna* con el procedimiento al sulfato. Se elaboró una pasta blanqueable con un rendimiento de 48 por ciento, usando 15,6 por ciento de álcali activo (como Na_2O) con respecto a la madera, cantidad normal para muchas especies latifoliadas. La resistencia de la celulosa se podía comparar favorablemente con la celulosa al sulfato de alta calidad elaborada con otras especies latifoliadas. La celulosa se semiblanqueó hasta un grado de blancura de 75 por ciento tratándola en una etapa con hipoclorito y alrededor de 5 por ciento de cloro activo. Con esta celulosa se fabricó papel de diario agregando 20 por ciento de arcilla (con respecto a la celulosa). La hoja resultó algo más fuerte que la del papel de diario comercial, pero más absorbente y porosa y un poco menos opaca. Este tipo de celulosa podría usarse indudablemente en un gran número de composiciones para papel. Se obtuvo una celulosa de calidad semejante con el *E. kertoniana*.

Las pruebas con el procedimiento a la soda cáustica fría se realizaron con una mezcla en partes iguales (en peso) de *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. alba* y *E. kertoniana*. En este ensayo se mantuvieron las astillas durante unas dos horas en una solución de soda cáustica a temperatura ambiente, luego se lavaron y desfibraron. La concentración de la solución de soda cáustica fué de 75 gramos por litro y la relación entre soda y madera, de 35 por ciento. Se obtuvo un rendimiento de alrededor de 90 por ciento. La pulpa obtuvo un grado de blancura de 70 por ciento tratándola en una etapa con 15 por ciento de cloro, expresado como hipoclorito de calcio. Se fabricó un papel de diario del tipo de 37 libras ($25'' \times 40''-500$), o sea de 52 gramos por metro cuadrado, con una mezcla compuesta en su totalidad por esta celulosa. La calidad del papel se podía equiparar a la del papel de diario común, aunque era menos opaco y presentaba más baja penetración al aceite. Los detalles de este estudio se presentan en otro informe.¹

Con la variedad *E. gigantea* de Tasmania se realizaron ensayos para obtener una pasta semiquímica al sulfato neutro y luego papel. Esta celulosa se obtuvo con un rendimiento de 70 por ciento, se blanqueó fácilmente y resultó moderadamente fuerte, lo que indicaba que podía usarse en papel para libros. Con la pulpa no blanqueada se fabricó un cartón de recubrimiento de calidad satisfactoria.

3. DIVERSAS ESPECIES DE NOTHOFAGUS

[Coigüe (*N. dombeysi*), Roble pellín (*N. obliqua*), Nire (*N. antarctica*), Lengua (*N. pumillo*), Guindo (*N. betuloides*)]

En la zona templada meridional, las especies *Nothofagus* son productoras importantes de madera que se asemeja en algunas de sus propiedades a la del haya norteamericana (*Fagus grandifolia*). Se hicieron ensayos de elaboración de celulosa con cinco variedades: coigüe y roble pellín, de Chile, y nire, lengua y guindo de la Tierra del Fuego argentina.

Al tratarse el coigüe por el procedimiento al sulfato de calcio se obtuvo gran cantidad de cerniduras y la cocción no fué completa. Se lograron resultados más satisfactorios,

¹ Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.13: G. H. Chidester y Kent Brown, *El empleo, en la fabricación de papel de diario, de pasta blanqueada a la soda cáustica fría, derivada de ciertas mezclas de especies latifoliadas latinoamericanas.*

con rendimiento de 47 por ciento, al cambiar el sulfato de calcio por el sulfato de sodio. Se purificó una celulosa obtenida con sulfato de amonio y se comprobó que era de calidad satisfactoria para la fabricación de rayón viscosa.

El tratamiento del coigüe por el método al sulfato, con un rendimiento de 48 por ciento (depurado) dió como resultado una pasta blanqueable que podía usarse, mezclada con otras celulosas de fibras más largas y resistentes, en la fabricación de papel de alta calidad, para darle volumen y opacidad. Mediante un procedimiento al sulfato modificado (prehidrólisis) se obtuvo una celulosa que, después de purificada, era adecuada para producir un hilado de rayón de calidad aceptable.²

Se estimó que la pulpa semiquímica al sulfato neutro obtenida del coigüe era apropiada, por su resistencia, para fabricar cartón corrugado. Con celulosa purificada preparada por un procedimiento semiquímico al sulfato neutro modificado se fabricó un hilado de rayón viscosa de calidad satisfactoria.³ Mediante el procedimiento a la soda se obtuvo del coigüe una pulpa fácil de blanquear y de calidad similar a la del álamo temblón producida por el mismo método.

El roble pellín se trató sin ninguna dificultad por el procedimiento a la soda; pero se obtuvo un rendimiento bajo y una celulosa muy difícil de blanquear.

La celulosa de nire al sulfato, que se produjo con un rendimiento de 48 por ciento, tenía buena resistencia como celulosa de fibra corta. Se podría usar posiblemente en papeles de poca resistencia y en mezclas con celulosas de fibras más largas y resistentes. Por el procedimiento semiquímico al sulfato neutro se produjo del nire, con un rendimiento de 78 por ciento, una celulosa con una resistencia relativamente baja, pero comparable a la obtenida del coigüe y semejante a la del haya norteamericana.

Las pastas mecánicas fabricadas con nire, lengua y guindo eran de fibra muy fina, color oscuro y baja resistencia. Estas pastas podrían usarse como carga y en productos donde la resistencia no es importante. No blanqueada, su uso se limitaría a papeles y cartones de poca blancura.

4. DIVERSAS ESPECIES DE LAURELIA

[Tepa (*L. serrata*), Laurel (*L. aromática*)]

Los ensayos de elaboración de pastas se realizaron con tepa y laurel de Chile.

Mediante el empleo del procedimiento al sulfato de calcio con una fuerte relación entre bisulfato y madera (equivalente a 6,6 por ciento como óxido de calcio) y, por consiguiente, con un gran volumen de licor en relación con la madera, se obtuvo con la tepa un cocimiento bastante completo. La celulosa se blanqueó hasta un grado de blancura de 82 por ciento con un 4 por ciento de cloro, aproximadamente, empleando el procedimiento en tres etapas. El contenido de alfacelulosa era de cerca de 90 por ciento (semejante al de las celulosas de maderas duras usadas para xantogenación). Empleando el procedimiento al sulfato de amonio se obtuvo un rendimiento de 41 por ciento de una celulosa que, después de blanqueada mediante un tratamiento en tres etapas, tenía alrededor de 93 por ciento de alfacelulosa.³

Se fabricó con tepa una celulosa al sulfato blanqueable con un rendimiento de 49 por ciento. Esta celulosa blanda y voluminosa podría emplearse, mezclada con celulosa de co-

² F. A. Simmonds y R. M. Kingsbury "Viscose Rayon Pulps from Chilean Coigüe, Tepa and Ulmo", *TAPPI*, 35 (Nº 4), pp. 166-174, abril de 1952.

³ Simmonds y Kingsbury, *loc. cit.*

níferas de fibra más larga, en la fabricación de papel blanco para imprimir. El tratamiento de la teja por el método al sulfato con prehidrólisis dió como resultado una celulosa que, después de purificada por un tratamiento en tres etapas, era adecuada para la fabricación de rayón viscosa.¹

De la teja se obtuvo fácilmente celulosa por el procedimiento semiquímico al sulfito neutro, con un rendimiento de 81 por ciento. Un cartón corrugado de 9 puntos (0,23 mm), fabricado con esta celulosa, se podía equiparar al elaborado con pasta mecánica, astillas de castaño y paja. También se hicieron cocciones de teja por el procedimiento semiquímico al sulfito neutro con y sin prehidrólisis, con un rendimiento de 54 por ciento. El análisis químico de estas celulosas, después de blanqueadas por un tratamiento en tres etapas con cloro e hipoclorito, indicó que eran adecuadas para la fabricación de rayón viscosa. El rendimiento en celulosa purificada fué de 43 por ciento en relación con la madera.¹

El laurel se trató solamente por el procedimiento a la soda. El rendimiento fué de 40 por ciento con relación a la madera. La madera resultó un poco más resistente a este tratamiento que la mayoría de las maderas latifoliadas norteamericanas. La celulosa era similar en calidad a la correspondiente del álamo temblón y podría emplearse en papeles para libros.

5. ULMO

[*Eucryphia cordifolia*]

De una muestra de ulmo de Chile se obtuvo celulosa satisfactoria mediante el procedimiento al sulfito de calcio. El rendimiento aproximado fué de 47 por ciento. La celulosa tenía un contenido relativamente alto de alfacelulosa, bajo en pentosano y de escasa solubilidad en disolventes orgánicos. La poca resistencia indica que su mejor aplicación sería como material de carga. La celulosa al sulfito, obtenida con un rendimiento de 44 por ciento y blanqueada con un tratamiento en tres etapas, dió un contenido de cerca de 93 por ciento de alfacelulosa; éste y otros ensayos demostraron que es apropiada para la fabricación de rayón viscosa.¹

También del ulmo se obtuvo con facilidad celulosa por el procedimiento al sulfato, con un rendimiento de 47 por ciento y un consumo de productos químicos algo menor que el requerido para la mayoría de las maderas latifoliadas. Posiblemente podría emplearse, mezclada con celulosa de coníferas, de fibra más larga, para la fabricación de cartón y papeles especiales de regular resistencia. Mediante una cocción por el método al sulfato, con prehidrólisis y realizada de acuerdo con los procedimientos corrientes de purificación y elaboración de viscosa, se obtuvo de la celulosa de ulmo un hilado de rayón de una calidad comercial aceptable.¹

Se elaboró con ulmo una pasta semiquímica al sulfato con un rendimiento entre 64 y 71 por ciento, que, por su resistencia, era buena para la fabricación de cartón corrugado.

También se produjeron pastas de la misma madera por el procedimiento semiquímico al sulfito neutro, con y sin prehidrólisis, que se blanquearon y se evaluaron para la fabricación de rayón. Las celulosas obtenidas por ambos métodos fueron satisfactorias.

6. GAMBOMBO

[*Schizolobium parahybum*]

La celulosa al sulfato producida con gambombo de Colom-

bia presentó una resistencia mayor que las mejores celulosas de maderas latifoliadas, especialmente al desgarramiento y al plegado. En el cuadro 1 se indica la resistencia de la celulosa de gambombo al sulfato comparada con la de otras maderas colombianas. El alto rendimiento en celulosa blanqueable (alrededor de 52 por ciento) es equiparable al que se obtiene con maderas latifoliadas norteamericanas, como el álamo temblón y el abedul.

La pasta mecánica fabricada con gambombo tenía buena blancura y color, pero su resistencia era 20 por ciento inferior a la de la pasta mecánica de álamo temblón. La pasta de gambombo obtenida por el procedimiento *chemigroundwood* en la cual se aplica a la madera un tratamiento químico suave antes de desfibrarla, presentó una resistencia mucho mayor que la de la pasta mecánica normal. Pueden emplearse indudablemente mezclas de pasta mecánica y pasta *chemigroundwood* del gambombo para papel de diario y otros papeles de calidad inferior.

La elaboración de pasta de gambombo mezclado con otras maderas se estudia más adelante.

7. JOBO

[*Spondias mombin*]

En el Forest Products Laboratory se ensayaron muestras de jobo de Santo Domingo, de Colombia y de Yucatán.

Una muestra se trató con vapor, se desfibró en un refinador de disco y se elaboró con ella un cartón aislante de calidad aceptable.

La pasta mecánica fabricada con jobo no era tan resistente como la de gambombo, sino más cercana en resistencia y blancura a la de abedul. La pasta *chemigroundwood* de jobo resultó casi igual en resistencia y blancura a la correspondiente de gambombo. Las pastas mecánica y *chemigroundwood* de jobo pueden emplearse, mezcladas con la cantidad adecuada de celulosa de fibra larga, para la fabricación de papel de diario y otros papeles de similares condiciones de resistencia.

El jobo se puede tratar fácilmente por el procedimiento al sulfato. Como se indica en el cuadro 1, la celulosa de esta especie, ocupa el tercer lugar, en cuanto a resistencia, entre cuatro celulosas al sulfato de maderas latifoliadas colombianas. La celulosa al sulfato de jobo tiene una resistencia que la equipara a las celulosas al sulfato de especies latifoliadas de mejor calidad. El rendimiento en pasta blanqueada fué alrededor de 52 por ciento en peso, es decir, bastante elevado.

El jobo se mezcló con otras maderas y se trató por el procedimiento al sulfato. Los resultados se estudian más adelante.

8. CEIBA

[*Ceiba bruja* (*Ceiba pentandra*) *Ceiba amarilla* (*s.p. Hura*, probablemente *crepitans*)]

La ceiba bruja da una madera muy liviana, y aunque sus fibras son relativamente largas, presentan paredes delgadas. En el cuadro 1 se compara la longitud de la fibra de ceiba bruja con la de otras maderas colombianas. Las muestras de Colombia tenían una densidad entre 192 y 272 kilogramos por metro cúbico (peso en seco y volumen verde) y las de Yucatán alrededor de 272. Una muestra de ceiba amarilla de Colombia tenía densidad parecida a la del abeto blanco norteamericano (384 kilogramos por metro cúbico).

La pasta mecánica de ceiba bruja poseía casi la misma resistencia que la de gambombo, pero era más oscura. La pasta

¹ Simmonds y Kingsbury, *loc. cit.*

chemigroundwood de ceiba bruja era algo más resistente que la de gambombo pero considerablemente más oscura; por lo tanto sería necesario blanquearla para su empleo en la fabricación de papel de imprimir.

La celulosa al sulfato de ceiba bruja era más resistente, sobre todo al desgarramiento y al plegado, que algunas entre las mejores obtenidas de especies norteamericanas. Se coloca a la cabeza entre las celulosas producidas a partir de cuatro maderas colombianas. Esta gran resistencia se justifica en parte por la presencia de fibras largas en la madera. Sin embargo, se obtuvo un rendimiento bajo de celulosa blanqueable (alrededor de 39 por ciento) debido al alto contenido de tejido parenquimatoso en la madera, que se disuelve en gran parte durante el tratamiento. Para obtener un cocimiento satisfactorio fué necesario emplear 30 por ciento de producto químico total. En los ensayos de blanqueo se comprobó que esta celulosa tenía una cantidad apreciable de carbonato de calcio. La madera de ceiba bruja mezclada con otras maderas se trató por el método al sulfato. Los resultados se comentan más adelante.

La pasta mecánica de ceiba amarilla era equiparable a la de jobo. Sin embargo, su resistencia no mejoró por el tratamiento previo al producir pasta *chemigroundwood*.

9. CARACOLÍ

[*Anacardium excelsum*]

La densidad y la longitud de la fibra de una muestra de caracolí de Colombia se podían equiparar a las de las maderas norteamericanas de las especies *Populus*.

Se fabricó celulosa de caracolí al sulfato con un rendimiento de 45 por ciento; sus propiedades resistentes eran relativamente buenas en comparación con las de las celulosas de mejor calidad obtenidas de maderas latifoliadas. Esta celulosa ocupa el cuarto lugar, en cuanto a resistencia, entre las celulosas al sulfato elaboradas con maderas colombianas. En las pruebas de blanqueo se observó que esta celulosa contenía grandes cantidades de carbonato de calcio. La celulosa al sulfato blanqueada podría usarse en muchos productos de papel blanqueado, como papel para imprimir y papeles absorbentes, pero no en los que requieren una resistencia muy grande.

Se realizó un cocimiento de caracolí al vapor, con un rendimiento de 92 por ciento; se trató en un refinador de disco y se fabricó un cartón aislante de calidad satisfactoria.

Los resultados de los cocimientos con mezclas de caracolí, jobo, gambombo y ceiba bruja se indican más adelante.

10. OREY (ORIE)

[*Campnosperma Panamensis*]

Con esta madera se hicieron ensayos al sulfato y a la soda. En ambos casos se obtuvo un rendimiento de celulosa blanqueable cercano a 48 por ciento de la madera seca, equiparable al que se obtiene de las maderas latifoliadas que se emplean comúnmente para la elaboración de pastas. Estas celulosas tenían también una resistencia media comparable a la de otras maderas latifoliadas. Como otras muchas maderas tropicales, es probable que el orey pueda ser tratado en forma satisfactoria por el procedimiento semiquímico al sulfato neutro.

11. CONGONA

[*Chaunochita sp.*]

La muestra de congona del Perú era de color gris y tenía una densidad relativamente alta (593 kilogramos por metro

cúbico; peso en seco y volumen verde). Se fabricó con ella una celulosa blanqueable al sulfato con un rendimiento de 46 por ciento y consumo total de productos químicos de 14 por ciento (expresados como Na_2O) de la madera seca. La resistencia de la celulosa no blanqueada permitía una comparación favorable con las celulosas al sulfato de maderas latifoliadas; su resistencia al reventamiento y a la tracción era algo menor, pero poseía mayor resistencia al desgarramiento y al plegado.

Se fabricó una celulosa semiquímica al sulfato con un rendimiento de 58 por ciento y un consumo total de productos químicos (expresados como Na_2O) de alrededor de 9 por ciento; tiene la resistencia necesaria para producir cartón corrugado.

Mediante el procedimiento a la soda se obtuvo un rendimiento de 43 por ciento y se consumió cerca de 13 por ciento de soda cáustica (como Na_2O). Comparada con la celulosa al sulfato, sus resistencias al reventamiento y a la tracción eran 20 por ciento más bajas y, al plegado, inferiores en 75 por ciento.

12. PEHUÉN, PINO ARAUCARIA

[*Araucaria araucana*]

La densidad de una muestra de pehuén de la Argentina fué de 529 kilogramos por metro cúbico.

Se obtuvo celulosa al sulfato con un rendimiento de cerca de 50 por ciento. La pasta no blanqueada era de regular resistencia y color claro. Se podría usar probablemente en papeles para envolver de mediana resistencia.

Por el procedimiento al sulfato se obtuvo una celulosa de mejor resistencia, con un rendimiento de cerca de 48 por ciento. Aunque esta celulosa posee sólo la mitad de la resistencia de la celulosa de pino al sulfato, podría usarse, sin duda, en ciertos papeles para envolver, en cartones y posiblemente también en papel de diario.

Por el procedimiento a la soda se obtuvo una celulosa con rendimiento de 43 por ciento y resistencia similar a la de la celulosa al sulfato.

El pehuén está estrechamente relacionado con el pino de Paraná (*Araucaria angustifolia*), que se emplea en Brasil para la fabricación de papel de diario y de pastas mecánica y al sulfato.

13. OLIVILLO

[*Aextoxican punctatum*]

El olivillo tiene una estructura muy abierta; alrededor de un cuarto de su volumen se compone de fibras con paredes de regular grosor, y el resto está constituido por tejido parenquimatoso o vascular. La longitud media de las fibras es de 2 milímetros aproximadamente.

Se trató una muestra de olivillo de Chile por el procedimiento a la soda, con un rendimiento aproximado de 39 por ciento. La celulosa era más difícil de blanquear que la mayoría de las celulosas a la soda, de fibra más larga que gran parte de las celulosas de maderas latifoliadas norteamericanas y una resistencia relativamente buena. La celulosa de olivillo podría usarse en papel de escribir y cartón, aunque, por su bajo rendimiento, podría ser desventajosa.

14. LINGUE

[*Persea Lingue*]

El lingue de Chile se trató sin ninguna dificultad por el procedimiento a la soda, con un rendimiento de alrededor de 41 por ciento.

15. ALMÁCIGO
[*Bursera simaruba*]

Con almácigo de Santo Domingo se fabricó una celulosa no blanqueada al sulfato; sus propiedades la hacen adecuada para la elaboración de cartón para cajas de embarque y quizá para papel de envolver de baja calidad si se mezcla con fibras más resistentes, como las de celulosa kraft. La celulosa blanqueada parece apropiada a fin de usarse en composiciones para papel blanco de imprimir.

16. WALLABA
[*Eperua falcata*]

Con la wallaba de la Guayana inglesa se obtuvo una celulosa al sulfato cuya resistencia al reventamiento fué buena, pero con resistencias al desgarramiento y al plegado relativamente bajas. Sin blanquear podría usarse en papeles que no requieren alta resistencia o en los que el color oscuro no constituye un impedimento. Se preparó una celulosa blanqueada, pero fué muy difícil blanquearla.

En un solo ensayo con wallaba por el procedimiento al sulfito se obtuvo un cocimiento incompleto.

17. MANGLE
[*Rhizophora mangle*]

De esta madera, muy pesada (881 kilogramos por metro cúbico) y de color oscuro, se obtuvo celulosa al sulfato y pasta mecánica. El rendimiento en celulosa al sulfato blanqueable fué de cerca de 43 por ciento. El consumo de productos de blanqueo fué relativamente alto. Aunque la fibra corta de la celulosa restringe su uso, la madera es digna de considerarse en razón de su alto rendimiento por unidad de volumen.

El mangle no es una madera adecuada para la elaboración de pasta mecánica. Su resistencia es buena, comparada con la de otras pastas de maderas latifoliadas, pero el consumo de energía es alto y además la celulosa resulta de color muy oscuro. La pasta *chemigroundwood* tiene una resistencia muy superior, pero el color no mejora por el tratamiento previo. Será necesario realizar otros ensayos para determinar si la pasta *chemigroundwood* puede blanquearse satisfactoriamente.

18. MEZCLAS DE MADERAS

Amplias extensiones forestales de árboles de hojas latifoliadas, especialmente en los trópicos, comprenden una gran variedad de especies cuya madera se puede clasificar desde la blanda y liviana hasta la dura y pesada. Algunas son de color claro y otras oscuras. Casi todas son de fibra corta, aunque la longitud de fibra varía considerablemente de una especie a otra. A menudo es insuficiente la cantidad que existe de determinada especie o grupo de especies, lo que dificulta la elaboración de pasta, salvo que se considere el tratamiento en conjunto de la totalidad del bosque o, al menos, de una gran cantidad de variedades.

La fabricación de celulosa se ha realizado tradicionalmente tratando diferentes especies por separado o mezclando 2 ó 3 variedades de características semejantes. Todavía no están bien establecidos los procedimientos para tratar mayores cantidades de maderas de propiedades diferentes. Las últimas investigaciones sobre la elaboración de pastas de mezclas han señalado interesantes posibilidades para el aprovechamiento de esos bosques heterogéneos.

a) Maderas colombianas

De una mezcla compuesta, en peso, de 40 por ciento de jobo, 30 por ciento de caracolí, 15 por ciento de gambombo y 15 por ciento de ceiba bruja se obtuvo una celulosa al sulfato blanqueable con un consumo total de 18 por ciento de productos químicos (NaOH más Na_2S). El rendimiento fué, aproximadamente, de 50 por ciento. La resistencia de esta celulosa se indica en el cuadro 1. El semiblanqueo con hipoclorito, empleando el tratamiento en una etapa, no fué satisfactorio debido a la presencia de partículas pequeñas, oscuras y opacas, compuestas en gran parte de carbonato de calcio, según pudo comprobarse en los ensayos cualitativos. Como ya se ha indicado, este material proviene del caracolí y la ceiba bruja. Sin embargo, estas partículas se disolvieron satisfactoriamente en la etapa de cloración del tratamiento en dos etapas. La celulosa se semiblanqueó en dos etapas hasta un grado de blancura de 72 por ciento, con un consumo total de cloro de 5 por ciento. El blanqueo apenas alteró la resistencia de la celulosa.

El papel tipo de diario fabricado en su totalidad con celulosa semiblanqueada era muy resistente y blanco; tenía buena textura y evidenciaba una estructura abierta conveniente (baja resistencia al aire y alta absorción de aceite), pero su opacidad era muy inferior a la del papel de diario normal. La adición de 20 por ciento de arcilla aumentó la opacidad a 85 por ciento, que es 5 por ciento inferior a la del promedio del papel de diario normal. La pérdida de resistencia fué excesiva cuando se emplearon mayores cantidades de arcilla. Es posible que las pastas mecánicas o pastas obtenidas por el procedimiento *chemigroundwood* con una o varias de las maderas descritas anteriormente puedan impartir algunas de las propiedades que faltan a este papel fabricado enteramente de pasta química.

Los papeles de envolver elaborados con celulosa no blanqueada resultaron bien formados y tenían cerca del 90 por ciento de la resistencia al reventamiento de los mejores papeles kraft de envolver hechos de coníferas, así como el 80 por ciento de la resistencia al desgarramiento y el 60 por ciento de la resistencia al plegado. Su resistencia era equivalente a la de muchos papeles de envolver comerciales. Por lo tanto, el uso de una mezcla de estas maderas latifoliadas, en una gran variedad de papeles, parece halagüeño.

b) Maderas de especies latifoliadas mexicanas

Se ensayaron maderas de catorce especies latifoliadas de Yucatán, individualmente y en mezclas, para la elaboración de celulosa al sulfato, con los resultados que se exponen en el cuadro 2. Al tratar todas las maderas en las mismas condiciones y de acuerdo con los sistemas empleados generalmente con la gran mayoría de las maderas latifoliadas de la zona templada norte, para obtener pastas blanqueables destinadas a la fabricación de papel, se advirtieron alteraciones considerables entre las variedades de Yucatán. Para el tatsi y el huano, por ejemplo, el consumo de productos químicos era bajo y, en cambio, alto para el kitanche, la ceiba y el kanchunup. Los rendimientos más elevados en celulosa se obtuvieron con el kochlé y el tatsi y los más bajos con el ekulu y el kanchunup. Los rendimientos medios en celulosa blanqueable logrados con las 14 variedades fueron alrededor de 10 por ciento inferiores a los de las maderas latifoliadas de la zona templada norte. Se hicieron cocciones de maderas con corteza y sin ella. No se notaron diferencias apreciables en los cocimientos ni en los rendimientos; pero la celulosa obtenida de maderas con corteza tenía en la hoja de prueba

menor resistencia y densidad que la celulosa de madera descortezada.

La resistencia de las celulosas obtenidas de ramón, kochlé y huano podía equipararse favorablemente con la de las mejores celulosas al sulfato de especies latifoliadas septentrionales, como se indica en el cuadro 3. La gran mayoría de las otras pastas restantes poseía una resistencia comparativamente baja. Las celulosas blanqueadas tenían alta blancura y se purificaron en forma satisfactoria.

De manera similar, se trataron diferentes mezclas de estas maderas y otras 48 variedades de Yucatán. Los resultados de varias de estas mezclas se indican en los cuadros 2 y 3. A juzgar por los ensayos sobre la calidad de la pulpa, las mezclas de 8 o más variedades dieron aproximadamente los mismos resultados.

Con una pasta al sulfato blanqueada obtenida de una mezcla de 8 maderas (mezcla B, cuadros 2 y 3) se fabricaron los siguientes papeles: blanco de imprimir, de documentos (*bond*), de escribir, facial (*tissue*) y absorbente. Estos papeles eran limpios, brillantes, bien formados y de calidad aceptable, aunque no tenían la resistencia usual en estas clases de papeles.

De la mezcla A (sin separar la corteza) se elaboró una pasta semiquímica al sulfato (69 por ciento de rendimiento), con la cual se fabricó un cartón corrugado que reúne los requisitos comerciales de este producto.

De una mezcla de ocho especies latifoliadas de Yucatán (ramón, jujub, ceiba, tatsi, chaca, kochlé, pixoy y huano) se obtuvo celulosa en forma satisfactoria por el procedimiento a la soda fría. Comparada con las más resistentes de este tipo, elaboradas de especies latifoliadas septentrionales, esta celulosa era de regular resistencia, pero mucho más oscura. Se blanqueó hasta un grado de blancura de 60 por ciento en una etapa con hipoclorito de calcio (12 por ciento de cloro activo). Con sólo esta celulosa blanqueada se fabricó un papel de diario de buena resistencia, más transparente y poroso que el corriente. Al agregar alrededor de un

40 por ciento de una mezcla de pastas mecánicas de abeto y álamo temblón o de arcilla se mejoró su opacidad. Esta investigación se describe detalladamente en otro documento.¹

c) Maderas nicaragüenses

Los ensayos para obtener celulosa al sulfato blanqueable de las muestras de madera nicaragüense (cuadro 4), que comprendían 28 especies, se realizaron con cuatro mezclas seleccionadas, compuestas por 2, 11, 15 y 26 variedades, respectivamente. No obstante la gran diferencia entre los pesos específicos de las distintas especies, los promedios para mezclas oscilaron entre 0,356 y 0,463, calculados sobre peso en seco y volumen verde. Estos valores son casi los mismos que los de las maderas norteamericanas de densidad media para celulosa.

Los rendimientos en celulosa no blanqueada obtenidos de las mezclas variaron entre 45 y 48 por ciento, que pueden considerarse buenos. La celulosa no blanqueada obtenida de la mezcla D (cuadro 5), que comprendía todas las maderas de las mezclas B y C, era algo más resistente que las otras, debido, tal vez, a que la madera se lejió con un rendimiento y un número de permanganato algo mayores. Estas celulosas eran de igual calidad que las mejores celulosas al sulfato obtenidas de maderas latifoliadas norteamericanas. La pasta de la mezcla C perdió algo de su resistencia durante el blanqueo.

Se observó que al lavar las pastas en un tamiz inclinado se eliminaba alrededor de 16 por ciento de material fino de color oscuro (esencialmente células parenquimatosas y segmentos vasculares). Las celulosas blanqueadas elaboradas con la porción restante, que tenían una resistencia muy superior, podrían usarse en muchos papeles como sustitutos para la celulosa de coníferas al sulfato.

¹ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.13: G. H. Chidester y K. Brown, *cit.*

Cuadro 1

DENSIDAD DE MADERAS DE CUATRO ESPECIES LATIFOLIADAS COLOMBIANAS Y RESISTENCIA Y LONGITUD DE LA FIBRA DE LA CELULOSA AL SULFATO OBTENIDA DE ELLAS

Maderas	Densidad a (kg/m ³)	Longitud media de la fibra b (mm.)	Resistencia de la celulosa ^c				Resistencia relativa de la celulosa ^c			
			Reventa- miento (Puntos por lb. d por resma)	Desgarra- miento (Gramos por lb. d por resma)	Longitud de ruptura (m.)	Plegado (Doble plegado)	Reventa- miento	Desgarra- miento	Tracción	Plegado
Ceiba bruja	189	1,94	1,11	1,14	8.900	730	100	100	100	100
Gambombo	340	1,01	1,03	0,92	9.300	580	93	81	104	79
Jobo	364	1,35	0,84	0,90	7.930	380	76	79	89	52
Caracoli	380	1,26	0,68	1,06	6.600	125	61	93	74	17
Mezcla ^e	316 ^f	1,24	0,96	1,05	8.750	420	85	92	98	58
Maderas de especies latifoliadas de EE. UU.	481 ^g	1,26 ^h	1,01 ⁱ	1,01 ⁱ	8.500 ⁱ	420 ⁱ	...	...	...	...

^a Peso seco y volumen verde.

^b Medida de fibras completas de la pasta al sulfato, salvo indicación en contrario.

^c A un grado de desgote de 350 mililitros (Canadian Standard)

^d Resma de 500 pliegos de 25 X 40 pulgadas (63,5 X 101,6 cm)

^e La composición en peso de la mezcla es: jobo 40%, caracoli 30%, gambombo 15% y ceiba bruja 15%.

^f Cálculo de la densidad media, ponderada a partir de los volúmenes de cada especie presente en la mezcla.

^g Promedio de 18 maderas para pasta con densidades que fluctúan entre 352 y 657 kilogramos por metro cúbico.

^h Término medio de maderas de 9 especies latifoliadas cuyas longitudes medias de fibra fluctúan entre 0,74 y 1,82 milímetros.

ⁱ Promedios de datos comparables correspondientes a abedul, arce sacarino, baya americana, aliso rojo, eucalipto rojo y álamo temblón.

LONGITUD MEDIA DE LA FIBRA, PESO ESPECIFICO Y RENDIMIENTO DE LA CELULOSA AL SULFATO BLANQUEABLE DE MADERAS DE ALGUNAS ESPECIES LATIFOLIADAS DE YUCATAN

Nombre común	Nombre botánico	Longitud media de la fibra (mm.)	Peso específico	Rendimiento en celulosa al sulfato (Por ciento)
Maderas tratadas individualmente y en las mezclas A y B				
Ramon*	<i>Brosimum alicastrum</i>	0,98	0,747	45
Citínche (Kitánche)	<i>Poincianella guameri</i>	1,09	0,860	44
Jobo* (Jujub)	<i>Spondias mombin</i>	0,92	0,308	46
Ekulu*	<i>Drypetes lateriflora</i>	1,52	0,768	38
Alamo (Zacamua)	<i>Ficus lapathifolia</i>	1,24	0,398	41
Ceiba bruja*	<i>Ceiba pentandra</i>	1,67	0,279	40
Beeb* (Tatsi)	<i>Pisonia aculeata</i>	0,93	0,478	48
Chacabe* (Chaca)	<i>Bursera simaruba</i>	0,89	0,350	47
Koochle* (Kochle)	<i>Cecropia obtusifolia</i>	1,27	0,245	48
Chachi (Cacni)	<i>Calyptanthus millspaughii</i>	1,22	0,657	43
Pixoy*	<i>Guazuma tomentosa</i>	1,18	0,451	44
Palo de caja (Kanchunup)	<i>Allophylus psilospermus</i>	0,69	0,716	38
Ulva (Boo)	<i>Coccoloba uvifera</i>	1,01	0,712	39
Huano	<i>Sabal japa</i>	1,48	0,501	39
Mezcla A ^d			0,456	41
Mezcla B ^e			0,292	44
Maderas tratadas en la mezcla C				
Yaxnic	<i>Vitex guameri</i>	...	0,667	..
Sabacche	<i>Exostema mexicanum</i>	...	0,646	..
Checnem	<i>Metopium brownei</i>	...	0,500	..
Jaboncello (Huaya)	<i>Sapindus saponaria</i>	...	0,706	..
Tzitzilche	<i>Gymnopodium antigonides</i>	...	0,662	..
Ciceh (Chike)	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	...	0,770	..
Elemuy	<i>Malmea depressa</i>	...	0,710	..
Tamay	<i>Zuelania roussoviae</i>	...	0,551	..
Balche	<i>Spondias mombin</i>	...	0,652	..
Taztab	<i>Guettarda combsii</i>	...	0,575	..
Caracolillo	<i>Mastichodendron guameri</i>	...	0,682	..
Kulinche	<i>Astronium graveolens</i>	...	0,727	..
Kilim	<i>Spondias mombin</i>	...	0,390	..
Zapotillo	<i>Bumelia persimilis</i>	...	0,816	..
Bec (Roble)	<i>Ebretia tinifolia</i>	...	0,614	..
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	...	0,716	..
Mezcla C ^d			0,630	43
Maderas tratadas en la mezcla D				
Kazcat	<i>Luehea candida</i>	...	0,540	..
Habin (Jadin)	<i>Piscidia grandifolia</i>	...	0,635	..
Chululdzu	<i>Exothea diphylla</i>	...	0,634	..
Zacitsa (Tohiu)	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	...	0,667	..
Chobenche	<i>Trichilia sp.</i>	...	0,480	..
Soc-yab	<i>Gliricida sepium</i>	...	0,833	..
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>	...	0,754	..
Yuy	<i>Casimiroa edulis</i>	...	0,557	..
Pich	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	...	0,377	..
Xuul	<i>Lonchocarpus sp.</i>	...	0,744	..
Pasa-ak (Xpasak)	<i>Simaruba glauca</i>	...	0,374	..
Guayabillo	<i>Eugenia petenensis</i>	...	0,758	..
Pom	<i>Protium copal</i>	...	0,449	..
Kax	<i>Randia armata</i>	...	0,762	..
Sacboo	<i>Hemiangium excelsum</i>	...	0,535	..
Ximche	<i>Casearia dolichophylla</i>	...	0,631	..
Pox	<i>Annona purpurea</i>	...	0,488	..
Chauche	<i>Laetia thamnia</i>	...	0,771	..
Zilil	<i>Diospyros albens</i>	...	0,662	..
Zihum (Zijum)	<i>Crataeva tapia</i>	...	0,408	..
Akitz	<i>Thevetia guameri</i>	...	0,606	..
Palo de gas	<i>Nectandra sanguiana</i>	...	0,770	..
Majagua	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	...	0,493	..
Kes	<i>Godmania aesculifolia</i>	...	0,413	..
Hyayancox	<i>Exothea paniculata</i>	...	0,607	..
Soc-chaca	<i>Gilibertia arborea</i>	...	0,423	..
Pata de xaca	<i>Bauhinia spatulacea</i>	...	0,590	..
Chuyuchojum	<i>Xylosma sp.</i>	...	0,611	..
Catzin	<i>Acacia guameri</i>	...	0,671	..
Dzalam	<i>Lysiloma bahamense</i>	...	0,535	..
Granddillo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	...	0,747	..
Huayate	<i>Randia sp.</i>	...	0,666	..
Mezcla D ^d			0,629	44

* Maderas tratadas también por el procedimiento a la soda cáustica fría.

^b Medida de fibras completas de la celulosa al sulfato. Para mayores detalles véase TAPPI, 35 (Nº 5), pp. 238--240 (mayo de 1952).

^c Peso seco y volumen verde. El peso específico medio de las mezclas se ponderó con los volúmenes de cada especie presente en la mezcla.

^d Base seca.

^e Partes iguales en peso de todas las especies del grupo (base seca).

^f Partes iguales en peso de las especies marcadas con asterisco (base seca).

Cuadro 3

CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA DE LA CELULOSA AL SULFATO SIN BLANQUEAR^a OBTENIDA SEPARADAMENTE DE ALGUNAS MADERAS Y DE MEZCLAS DE MADERAS DE ESPECIES PROVENIENTES DE YUCATAN

Especie o mezcla ^b	Estado	Resistencia al reventamiento		Resistencia al desgarramiento		Resistencia al plegado		Resistencia a la tracción (longitud de ruptura)	
		Grado de desgote ^c		Grado de desgote ^c		Grado de desgote ^c		Grado de desgote ^c	
		450 mm.	250 mm.	450 mm.	250 mm.	450 mm.	250 mm.	450 mm.	250 mm.
		(Puntos por libra por resma ^d)	(Puntos por libra por resma ^d)	(Gramos por libra por resma ^d)	(Gramos por libra por resma ^d)	(Doble plegado)	(Doble plegado)	(m.)	(m.)
Especies									
	Ramón	descortezado	0,54	0,95	1,31	1,03	13	215	5.450	7.500
	no descortezado	0,50	0,81	1,34	1,07	20	240	5.100	7.100
Kochlé	descortezado	0,72	0,90	1,30	0,80	330	876	8.000	8.850
	no descortezado	0,68	0,79	1,13	0,86	70	275	6.850	8.300
Huano	descortezado	0,79	0,97	1,71	1,51	170	450	7.500	8.700
Mezclas									
	A	descortezado	0,47	0,58	0,97	0,88	9	37	4.950	5.900
	no descortezado	0,40	0,57	0,97	0,83	5	32	4.600	6.200
B	descortezado	0,48	0,69	1,35	1,07	25	120	5.600	6.500
C	descortezado	0,48	0,69	1,30	1,07	15	90	5.100	6.300
	no descortezado	0,37	0,58	1,03	1,02	8	44	4.500	5.750
D	descortezado	0,47	0,70	1,07	1,00	17	130	5.500	7.200
	no descortezado	0,44	0,68	1,02	1,01	14	70	5.250	6.500

^a Tipo blanqueable.

^b Véase cuadro 2 para el rendimiento de la pasta, especies incluidas en la mezcla y otras informaciones.

^c Unidades canadienses para grado de desgote (Canadian Standard Freeness).

^d Resma de 500 pliegos de 25 × 40 pulgadas (63,5 × 101,6 cm).

Cuadro 4

PESO ESPECIFICO DE ALGUNAS MADERAS DE NICARAGUA EMPLEADAS EN LOS ENSAYOS PARA PRODUCIR CELULOSA AL SULFATO

Nombre común	Nombre botánico	Peso específico ^a
Maderas de la mezcla A		
Sangre drago	<i>Pterocarpus vernalis</i>	0,377
.	<i>Laetia procera</i>	0,600
Promedio para la mezcla A ^b		0,463
Maderas de la mezcla B		
Accituno	<i>Simaruba glauca</i>	0,350
Mangalarga colorado (palo de agua)	<i>Vochysia hondurensis</i>	0,329
Mangalarga blanco	<i>Xylopia frutescens</i>	0,489
Anona (Lancewood)	<i>Rollinia jimensii</i> ^c	0,354
Gausimo colorado	<i>Luehea speciosa</i>	0,462
Ceibo	<i>Dialyanthera otoba</i>	0,363
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	0,373
Guarumo	<i>Cecropia sp.</i>	0,392
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	0,421
Majagua	<i>Belotia campbellii</i>	0,195
Algodón	<i>Croton glabellus</i> ^c	0,416
Promedio para la mezcla B ^b		0,356
Maderas de la mezcla C		
Guasimo blanco	<i>Geothalsia meiantha</i>	0,368
Cedro macho	<i>Carapa guianensis</i>	0,495
Guavo colorado	<i>Inga sp.</i>	0,494
Guavo blanco	<i>Inga sp.</i>	0,549
Gavilán	<i>Schizolobium parabybum</i>	0,300
Tabacán	<i>Cespedezia macrophylla</i>	0,590
Lagarto (prickly yellow)	<i>Zanthoxylum kellermanii</i> ^c	0,483
Laurel blanco (Muñeco)	<i>Cordia allidora</i>	0,388
Paraíso	<i>Brosium utile</i>	0,277
Nancita colorado	<i>Byrsonima crassifolia</i>	0,556
Gangreó (Yalic)	<i>Gilbertia arborea</i>	0,410
Kerosene	<i>Tetragastris panamensis</i>	0,660
Guayabón	<i>Terminalia amazonia</i>	0,600
Alcamphor	<i>Protium copal</i> ^c	0,443
Chilamate	<i>Ficus sp.</i>	0,361
Promedio para la mezcla C ^b		0,437
Promedio para la mezcla D ^{b,d}		0,399

^a Peso seco y volumen verde.

^b Mezcla de iguales partes en peso (base seca) de cada especie. El peso específico medio se ha calculado ponderado con los volúmenes de cada especie presente en la mezcla.

^c Probablemente es la especie correcta, pero no fué posible identificarla con exactitud.

^d La mezcla D comprende todas las variedades de las mezclas B y C.

Cuadro 5

ENSAYOS PARA OBTENER CELULOSA AL SULFATO DE MEZCLAS DE ALGUNAS MADERAS DE NICARAGUA

Características de la pasta	Mezcla ^a			
	A	B	C ^b	D
Rendimiento de pasta sin blanquear (porcientos)	47	48	45	48
Número de permanganato	11,5	13,6	13,0	14,0
<i>Resistencias de la pasta^c</i>				
Reventamiento (puntos por lb. por rm.):				
no blanqueada	1,00	1,15	1,10	1,23
blanqueada . . . . .	..	..	1,05	..
Desgarramiento (gramos por lb. por rm.):				
no blanqueada	1,70	1,29	1,40	1,42
blanqueada . . . . .	..	..	1,13	..
Doble plegado:				
no blanqueada	550	610	720	1.125
blanqueada . . . . .	..	..	500	..
Tracción (longitud de ruptura en m.):				
no blanqueada	7.900	8.900	8.600	9.450
blanqueada . . . . .	..	..	7.950	..

^a Véase el cuadro 4 para la composición de las mezclas.

^b La pasta obtenida de la mezcla C se blanqueó en 4 etapas. En la etapa de extracción alcalina se agregó a la soda cáustica 0,5 por ciento de peróxido al 1 por ciento (sobre la pasta). El cloro total empleado fué alrededor de 5 por ciento. La celulosa blanqueada tenía un grado de blancura de 84 por ciento.

^c Promedio de la resistencia a un grado de desgote de 450 y 250 milímetros (C. S. F.). Resma de 500 pliegos de 25 X 40 pulgadas (63,5 X 101,6 cm.).

LA TECNICA DE LA FABRICACION DE CELULOSA A BASE DE MEZCLAS DE MADERAS TROPICALES¹

Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale, Ministère de la France d'Outre-Mer.

En un principio se consideraba con escepticismo la posibilidad de emplear maderas tropicales para la fabricación de celulosa. Las especies consideradas como adecuadas para la fabricación de papel sólo constituían un reducido porcentaje de los árboles existentes en la extraordinaria heterogeneidad de la selva tropical. Por lo tanto, la extracción de madera destinada a la fabricación de celulosa planteaba los mismos problemas que la explotación de maderas nobles. En otras palabras, el costo de la madera para celulosa sería similar al de la empleada en la construcción, razón por la cual la explotación de madera tropical para celulosa perdería todo interés económico.

La explotación económica es posible únicamente si se acepta el carácter heterogéneo de estos bosques y se emplean mezclas de maderas tropicales. En numerosos estudios recientes se ha demostrado que se puede obtener con éxito celulosa empleando mezclas de maderas tropicales. Tales estudios revelan, además, que la fabricación de celulosa a base de mezclas es no sólo una necesidad económica impuesta por las condiciones de extracción, sino también una necesidad técnica, derivada de las características de la fibra.

Como consecuencia de las condiciones climáticas de las regiones tropicales, no existe distinción alguna entre las fibras de otoño y las de primavera, como ocurre con las maderas resinosas. En éstas, las fibras de primavera (de paredes delgadas) confieren al papel resistencia a la tensión y al reventamiento, en tanto que las fibras de otoño (de paredes gruesas y diámetro más pequeño) le proporcionan resistencia al desgarramiento. Como las maderas tropicales están constituidas por fibras más homogéneas, no pueden poseer a la vez todas esas características. Por tanto, si se desea fabricar un tipo de papel que sirva para diversos fines, será necesario mezclar distintas especies de maderas. Tratándose de maderas tropicales, puede lograrse la deseada heterogeneidad de las fibras mezclando las especies antes de preparar la pasta.

La posibilidad de fabricar papel a base de mezclas de maderas tropicales ha quedado plenamente confirmada en ensayos de laboratorio y corroborada por ensayos industriales llevados a cabo en diversas fábricas francesas y en una fábrica piloto instalada en Bimbresso, en la Costa de Marfil.

Como el contenido de lignina o de otras sustancias extraíbles varía de una especie a otra, era de temer que consumirían productos químicos en cantidades diferentes. Existía, pues, el peligro de que si se procedía a la cocción simultánea de estas especies, unas quedarían demasiado tratadas en tanto que otras quedarían sin cocer. Sin embargo, en la práctica, cada una de las distintas especies que constituyen la mezcla consume sólo la cantidad de productos químicos que le es necesaria para disolver las materias extrañas a la celulosa. Además, se ha podido comprobar que

la cantidad de álcali que se requiere para la cocción de maderas mezcladas es inferior a la que se necesitaría si se tratase cada especie por separado. Esto quedó comprobado en una serie de pruebas de laboratorio y otras confirmaron que las características papeleras de la mezcla eran superiores a las de las pastas obtenidas de cada una de las especies componentes.

Desde el punto de vista de la fabricación de papel, se presentan algunos problemas para proveer a la fábrica tropical de mezclas de composición invariable y en escala industrial. A fin de obtener la "heterogeneidad uniforme" en el grado deseado, habrá que seleccionar la madera en un momento dado, ya sea durante la tala o en el patio de almacenamiento; conviene asimismo adoptar las medidas necesarias para almacenarla por separado. Si las especies se amontonan por separado en el mencionado patio, el control deberá ejercerse en el momento en que la madera llega a la troceadora, o bien convendrá trocear las especies y almacenarlas por separado, en cuyo caso la mejor manera de proceder consistirá en combinar la madera troceada antes de la cocción. Teniendo en cuenta que en cada bosque hay gran variedad de especies, los procedimientos señalados requieren gastos considerables por concepto de mano de obra, instalaciones de almacenamiento y personal de fiscalización.

Felizmente, los bosques tropicales son menos heterogéneos desde el punto de vista de su empleo para la fabricación de papel que desde el punto de vista botánico. Por eso, la selección se puede hacer por grupos; así, por ejemplo:

- a) especies cuyas características de resistencia son todas satisfactorias;
- b) especies que dan resultados satisfactorios en cuanto concierne a la resistencia a la tensión y al reventamiento, pero con resistencia media o mediocre al desgarramiento;
- c) especies con satisfactoria resistencia al desgarramiento, pero con resistencia inadecuada a la tensión y al reventamiento;
- d) aquellas pocas especies que tienen características totalmente inadecuadas; en general, éstas serán las de fibras con longitud inferior a 900 micras, y servirán sólo para leña.

En otras palabras, en el momento mismo de la tala se puede proceder a clasificar las especies en algunos grupos, según sus características papeleras. La mezcla podría hacerse a la salida de los silos; se tendría así la seguridad de alimentar los digestores con una mezcla que, aunque varíe desde el punto de vista botánico, permanece constante en sus características como materia apta para la fabricación de papel.

Si no se efectúa clasificación alguna y para obtener en la fábrica una mezcla adecuada se confía en la heterogeneidad de la selva, se presentarán dificultades, pues la composición del bosque difiere enormemente de un sector a otro. Sólo conociendo a fondo la composición de los diversos sectores y seleccionando juiciosamente los lugares apropiados para la tala, podrían, en este caso, ahorrarse complicaciones.

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.9, resumida, en el que se presentan los resultados de los diversos ensayos de laboratorio aquí mencionados.

Con objeto de evitar modificaciones inconvenientes en los resultados obtenidos en la fabricación de papel, se han realizado diversos ensayos para determinar hasta qué punto pueden aceptarse variaciones de la mezcla tratada en la fábrica. Tales ensayos se han verificado, relativamente, en escala industrial. En general, hoy día se puede considerar con optimismo la posibilidad de utilizar especies tropicales latifoliadas en la industria papelera y, si bien no es posible adoptar una solución universal al respecto, se pueden dar por sentados ciertos principios, a saber:

1) El aprovechamiento de los bosques tropicales en su estado actual por la industria de papel puede ser previsto sólo si las diversas especies son tratadas en forma de mezclas.

2) Desde los puntos de vista de la silvicultura y de la fabricación de papel, la repoblación de bosques, después de la explotación inicial, debe tender a la "heterogeneidad controlada".

3) La fabricación de celulosa a base de mezclas de especies presenta ventajas indiscutibles sobre la cocción de especies por separado, la que sólo podría justificarse en el caso de algunos rodales homogéneos constituidos por especies que presentan características papeleras satisfactorias.

4) Sólo será posible garantizar a una fábrica de papel que dispondrá de una mezcla de composición constante, apta para la fabricación de papel, si se conoce a ciencia cierta la composición del macizo forestal de que se trate, así como la distribución geográfica de las especies dominantes.

5) La mezcla puede acusar importantes diferencias desde el punto de vista botánico sin perjudicar la constancia de los resultados obtenidos, ya que numerosas especies presentan características papeleras semejantes.

6) Para la fabricación de pasta a base de maderas de especies latifoliadas de las regiones tropicales, dado el estado actual de los conocimientos sobre la técnica de la cocción, deben preferirse los procedimientos alcalinos, especialmente al sulfato y a la soda-azufre, con ligeras modificaciones según la composición de las mezclas.

Únicamente aplicando estos principios fundamentales se podrá instalar una fábrica de celulosa de maderas tropicales capaz de abastecer a la industria papelera de una materia prima que conserve sus cualidades constantes a pesar de su origen diverso.

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA INVESTIGACION SOBRE LAS CARACTERISTICAS PAPELERAS DE ESPECIES TROPICALES Y SUBTROPICALES BRASILEÑAS¹

L. Rys, A. Boenisch, W. Overbeck y H. Schwarz.

INTRODUCCION

A fin de lograr una expansión de importancia en la industria brasileña de papel y celulosa, habría que emplear la madera de los bosques vírgenes, pues las plantaciones de eucalipto, acacia negra (*Acacia decurrens*), pino del Paraná (*Araucaria angustifolia*) y otras especies son aún demasiado pequeñas para abastecer una producción en gran escala. La explotación de los bosques tropicales y subtropicales de especies latifoliadas, con miras a su empleo en la fabricación de celulosa, plantea varios problemas a cuya solución han contribuido los ensayos llevados a cabo en las fábricas Klabin, con objeto de presentar datos preliminares sobre la posibilidad de tratar químicamente la madera de las especies que se dan en tales bosques. Las conclusiones a que se llegó no pueden considerarse definitivas, pues, sin contar con reconocimientos forestales fidedignos, no es posible afirmar que las maderas ensayadas representan la composición media de los bosques de las regiones de que proceden.

Se examinaron dos tipos de mezcla: la primera estaba compuesta de 21 especies diferentes de la región del Amazonas que el gobierno de Amapá envió por vía aérea en cantidades relativamente pequeñas; la segunda mezcla se formó de 30 especies diferentes de las selvas vírgenes del estado de Paraná.

Como la finalidad del estudio era indagar los problemas de orden práctico que plantea la preparación de celulosa, no se realizó ningún ensayo con cada especie por separado. Al explotar las selvas mixtas tropicales de especies latifoliadas no parece factible seleccionar la madera en el bosque ni en la fábrica misma, excepto quizá para separar las maderas preciosas de gran valor comercial, o las más duras, que sería difícil cortar.

Para las cocciones experimentales se eligió el procedimiento al sulfato, que es de aplicación más general y más económico desde el punto de vista del consumo de productos químicos y de combustible. A pesar del alcance limitado de los ensayos aludidos, puede afirmarse que sus resultados son alentadores.

1. MADERAS DE LA REGIÓN DEL AMAZONAS

Cada madera fué examinada al microscopio y sometida a análisis químico; se determinaron además, su peso específico y su grado de contracción.

Como sólo se disponía de pequeñas cantidades de madera, fué necesario hacer el tratamiento en un canasto perforado suspendido dentro del digestor y rodeado de astillas de eucalipto obtenidas de la plantación de seis años que posee la fábrica.

Partes iguales de cada una de las especies formaban la mezcla de maderas del Amazonas, pues no se conocía la pro-

porción en que se encuentran en el bosque. Para las astillas se empleó el eucalipto de la especie *E. saligna*, aunque es probable que hubiera también algunas otras híbridas.

La cocción al sulfato fué de tres tipos; una prolongada, que dejó la mezcla algo recocida; otra suave, de duración normal, y la tercera de duración aún menor. El último tratamiento, del cual se eliminaron tres muestras de las maderas amazónicas de más densidad, puede corresponder a la cocción normal que se efectúa en una fábrica si se desea dar a la pasta de esas maderas un grado de blanqueo aceptable. Se aplicó el método sencillo de blanqueo en tres etapas: tratamiento con cloro, extracción con álcali y tratamiento con hipoclorito después del blanqueo.

Estos ensayos de cocción y blanqueo indican que la mezcla (maderas con peso específico entre 0,25 y 1,2) se cuece bastante bien, aunque no tanto como el eucalipto solo, y que el rendimiento es casi el mismo. Puede blanquearse hasta obtener un buen color y su resistencia mecánica es satisfactoria. Si se adaptan mejor las condiciones de cocción y de blanqueo, se obtendrán resultados más eficaces. Al parecer, el empleo de maderas de densidad muy alta no ejerce influencia perjudicial alguna sobre este procedimiento de cocción al sulfato.

2. MADERAS DE LA REGIÓN DEL PARANÁ

En los bosques de especies latifoliadas del estado de Paraná hay centenares de diferentes especies, que no están distribuidas uniformemente en los distintos sectores forestales. Por eso es muy difícil conseguir una muestra representativa desde el punto de vista de su explotación. Para obtener algunas cifras de valor práctico, se talaron los árboles de la peor parte del bosque, una superficie de 1.250 metros cuadrados cubierta de árboles que normalmente sólo se considerarían útiles para leña. Se pensó que si con esa madera se obtenían resultados aceptables, no habría dificultad alguna en tratar mezclas preparadas con madera de otras partes mejores del bosque. Se encontraron 30 especies diferentes que fueron examinadas al microscopio y analizadas químicamente; también se determinó su peso específico y el grado de contracción.

La cocción al sulfato fué de seis tipos: la primera, de duración prolongada, dió un rendimiento relativamente bajo, que puede explicarse por la presencia de la madera de cambuí (*Eugenia vellosiana*) de alto contenido en sustancias extraíbles. En la siguiente cocción, realizada en las mismas condiciones, se eliminó el cambuí; se obtuvo un rendimiento más alto e incluso mayor resistencia mecánica y mejor color, en el caso de la pulpa no blanqueada. En la tercera cocción se usó una lejía más débil y temperaturas más altas; el rendimiento fué mayor y la resistencia igual. El cambuí se trató simultáneamente con la otra madera, pero separado en canasto perforado; tanto su resistencia como su rendimiento fueron bajos.

En los otros tres ensayos de cocción se eliminaron cuatro especies de maderas valiosas para aserradero y cinco de ma-

¹ Resumen del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.10, que contiene 56 páginas de cuadros, gráficos y microfotografías en las que se dan a conocer las características de las maderas ensayadas y los pormenores de los resultados obtenidos. Se incluyen 18 cuadros.

dera blanca que podrían emplearse para otros fines. La influencia del cambuí fué más notoria en estos ensayos, pues cada muestra contenía más del 50 por ciento de esa madera.

Los ensayos de blanqueo de pastas obtenidas en cinco de los tipos de cocción no revelaron diferencias muy marcadas entre las pastas de maderas del Amazonas y las de especies del Paraná, elegidas deliberadamente de calidad inferior. Si de la mezcla de maderas del Paraná se eliminaran las especies de alto contenido en sustancias extraíbles, mejorarían el rendimiento, la calidad de la celulosa y el consumo de productos químicos.

El procedimiento al sulfato permite tratar satisfactoriamente incluso las maderas realmente duras, con peso específico superior a 1,0, que intervienen en una mezcla. La celulosa resultante puede blanquearse hasta obtener buen color y la resistencia mecánica de la pasta, blanqueada y no blanqueada, es adecuada para la fabricación de papel.

De los resultados obtenidos se infiere que, en su mayoría, los árboles de especies latifoliadas que crecen en el Brasil pueden tratarse en mezclas mediante el procedimiento al sulfato, y que la celulosa que se obtiene de dichos árboles es igual o superior a la preparada a base de eucalipto.

3. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

Las maderas tropicales y subtropicales pueden agruparse, según sus propiedades celulósicas al ser tratadas individualmente al sulfato, en las tres categorías siguientes:

A 50 SR, la primera da: Longitud de ruptura Más de 8.000 m.
Plegado Más de 700 m.
Mullen Más de 6 kg/cm.²

A 50 SR, la segunda da: Longitud de ruptura 6-8.000 m.
Plegado 300-700
Mullen 4-6 kg/cm.²

A 50 SR, la tercera da: Longitud de ruptura Menos de 6.000 m.
Plegado Menos de 300 m.
Mullen Menos de 4 kg/cm.²

En los cuadros 14 y 15 se ofrecen detalles de la cocción al sulfato de dos clases muy diferentes de maderas del Amazonas. La madera de imbaúba (n° 9, cuadro 1) tiene un peso específico de 0,28 y fibras de paredes delgadas de 1,1 mm. de longitud; el peso específico del caripé (n° 12, cuadro 1) es de 1,1 (la madera más pesada de todas las examinadas) y sus fibras tienen paredes delgadas y una longitud de 1,5 mm. La pasta de imbaúba al sulfato resultó ser muy resistente a pesar de que la madera es de fibra corta. La cocción del caripé no presentó dificultades a pesar de su alta densidad, pero la pasta obtenida no era muy resistente. Algunas maderas de alta densidad ofrecen dificultades cuando se las trata por sí solas (por ejemplo, el cambuí, n° 3, cuadro 1); en lo posible conviene no utilizar este tipo de madera en la cocción para fines comerciales. Las especies imbaúba y caripé pertenecen, respectivamente, a los grupos primero y tercero antes mencionados. En el cuadro 16 se señalan las propiedades de resistencia de algunas especies de maderas del Paraná consideradas aisladamente, las que pueden clasificarse en la primera categoría, y en los cuadros 17 y 18 se dan a conocer las mismas propiedades para otras especies susceptibles de agruparse dentro de la segunda y tercera categoría.

No existe, por cierto, una distinción bien marcada entre las categorías enumeradas. No obstante, para el examen de los problemas relativos a la cocción con fines comerciales y, por consiguiente, en lo que respecta a selección y plantación, es importante, sin duda alguna, tener ideas precisas acerca de las cualidades celulósicas de diversas especies consideradas aisladamente.

Cuadro 1
MADERAS DEL AMAZONAS: ESPECIES USADAS EN LOS EXPERIMENTOS

No.ª	Nombre común	Especie	Familia	Diámetro en mm. con sin corteza corteza		Porcentaje del volumen de corteza
1	Louro (Itauba)	Misolaurus	Lauraceae	— ^b		
2	Caqueira (Envira)	Xilopia	Anonaceae	— ^b		
3	Imbaúba de mata	Pourouma	Maraceae	80	76	9,8
4	Breu	Protium sp.	Burseraceae	110	104	10,6
5	Macucu	Licania	Rosaceae	85	79	13,6
6	Envira	Laertia	Flacourtiaceae	80	73	16,7
7	Amapá	— ^c	Moraceae	100	82	32,7
8	Matá-matá	Eschweilera	Lecythidaceae	110	98	20,6
9	Imbaúba	Cecropia	Moraceae	55	53	7,2
10	Tamanqueira (Morototó)	Didymopanax morototoni	Araliaceae	55	52	10,6
11	Abiurana	Eclinusia	Sapotaceae	70	65	13,7
12	Caripé	Licania sp.	Rosaceae	90	86	8,7
13	Jarana	Eschweilera	Lecythidaceae	70	62	21,5
14	Arari	Siparuma	Monimialeae	65	57	23,0
15	Guajará	Chrysophyllum	Sapotaceae	115	107	13,4
16	Tanari	Couepia	Rosaceae	80	68	27,7
17	Pará-pará (Carauaba)	Jacaranda copaia	Bignoniaceae	85	77	17,9
18	Breu branco	Protium sp.	Burseraceae	80	76	9,7
19	Ucuba	Virola surinamensis	Myristicaceae	110	86	38,8
20	Cajurana	Trichylia	Meliaceae	110	102	14,1
21	Jara	Lucuma (Poteria)	Sapotaceae	130	126	6,1

^a Clave para los cuadros 2 y 3.

^b Madera recibida sin corteza.

^c No identificada.

Cuadro 2
MADERAS DEL AMAZONAS: PESO ESPECIFICO Y ANALISIS QUIMICO
(Porciento)

No.	Cantidad recibida (kg)	Peso específico real de madera seca	Ceniza	Extraíbles			Furfural (ácido barbitúrico)	Pentosanos	Lignina ^a		Metoxilo
				Eter	Alcohol	Total			con ceniza	sin ceniza	
1	3,7	0,6683	1,17	2,82	1,41	4,23	8,81	12,85	33,57	32,95	7,03
2	3,4	0,8316	0,85	0,83	2,19	3,02	7,62	11,76	31,67	31,41	6,54
3	2,0	0,3427	0,45	0,65	0,50	1,15	7,62	11,61	23,13	23,09	6,02
4	12,9	0,5683	1,43	0,35	1,28	1,63	9,23	14,20	23,75	22,97	7,20
5	10,0	0,8633	1,27	0,23	1,88	2,11	7,64	12,09	32,66	30,89	6,48
6	8,2	0,6333	0,93	0,70	1,59	2,29	10,10	14,65	28,05	27,87	6,73
7	5,5	0,5762	0,45	0,24	2,16	2,40	7,37	11,00	31,55	31,47	6,46
8	8,1	0,9805	0,91	0,43	5,00	5,43	9,30	13,69	33,24	32,98	6,76
9	4,0	0,2828	1,40	0,44	1,31	1,75	7,26	12,30	24,55	23,08	6,08
10	3,6	0,2575	0,99	0,45	2,13	2,58	12,33	17,32	22,79	22,22	6,38
11	8,6	1,0360	1,65	0,92	1,50	2,42	7,16	11,77	26,95	26,12	6,19
12	12,3	1,1040	0,68	0,07	0,35	0,42	8,19	13,61	27,43	26,29	5,39
13	4,7	0,8368	0,83	0,18	1,07	1,25	9,43	14,61	30,12	29,99	6,95
14	6,0	0,7007	0,93	0,21	3,65	3,86	8,91	13,29	31,57	31,24	6,75
15	8,9	0,7648	0,77	0,32	1,84	2,16	8,72	13,07	29,77	28,93	7,23
16	3,1	0,6427	0,42	0,24	1,65	1,89	5,03	7,49	33,98	33,51	6,46
17	6,4	0,4077	0,62	0,16	0,53	0,69	4,98	7,88	31,85	31,68	6,77
18	4,0	0,4683	2,15	0,37	1,23	1,60	9,37	13,88	27,14	25,80	6,62
19	6,5	0,5417	0,67	0,09	1,21	1,30	10,06	14,97	29,25	29,06	6,43
20	4,3	0,4951	0,82	0,33	1,43	1,76	11,47	16,80	25,35	25,26	5,95
21	2,9	0,8467	1,36	0,13	1,88	2,01	8,46	12,80	28,79	27,78	6,38

^a Determinada antes de la extracción con éter-alcohol.

Cuadro 3
MADERAS AMAZONICAS: MEDIDAS DE LAS FIBRAS
(Milímetros)

No.	Longitud media		Diámetro medio (en la mitad de la fibra)	Superficie media	
	medida ^a	calculada ^b		parénquima	vasos
1	1,736	1,827	0,030	0,11 × 0,050	0,80 × 0,25
2	1,069	1,108	0,020	0,10 × 0,025	0,60 × 0,20
3	1,114	1,180	0,040	0,07 × 0,025	0,65 × 0,22
4	0,890	0,914	0,028	0,05 × 0,020	0,32 × 0,13
5	1,387	1,429	0,030	0,05 × 0,035	1,10 × 0,35
6	1,792	1,859	0,037	0,05 × 0,040	0,60 × 0,20
					1,30 × 0,15
7	1,397	1,441	0,025	0,15 × 0,040	0,40 × 0,20
8	1,492	1,549	0,016	0,08 × 0,030	0,55 × 0,18
9	1,114	1,155	0,050	0,07 × 0,030	0,45 × 0,32
10	0,914	0,942	0,040	0,15 × 0,030	0,70 × 0,17
11	1,433	1,474	0,025	0,08 × 0,025	0,90 × 0,18
12	1,467	1,494	0,030	0,05 × 0,025	0,90 × 0,28
13	1,487	1,526	0,018	0,10 × 0,025	0,35 × 0,30
14	1,023	1,042	0,020	0,11 × 0,025	0,60 × 0,18
15	1,092	1,131	0,015	0,06 × 0,015	0,40 × 0,10
16	1,915	1,986	0,028	0,10 × 0,040	0,80 × 0,30
17	1,108	1,158	0,035	0,12 × 0,040	0,50 × 0,28
18	0,885	0,911	0,024	0,07 × 0,030	0,30 × 0,15
19	1,422	1,452	0,022	0,05 × 0,040	1,00 × 0,22
20	0,796	0,826	0,015	0,08 × 0,020	0,40 × 0,15
21	1,468	1,513	0,020	0,10 × 0,030	0,50 × 0,15
22	0,957	0,995	0,015	0,05 × 0,020	0,25 × 0,25
23	6,333	7,036	0,075	1,10 × 0,020	=

^a Longitud total de las fibras
Número de fibras

^b Según la fórmula del Dr. Hugo Freund, *Handbuch der Mikroskopie in der Technik*, tomo V, p. 547.

Cuadro 4

DETALLE DE LOS COCIMIENTOS Y RESISTENCIA DE CELULOSA NO BLANQUEADA DE EUCALIPTO DE MADERAS AMAZONICAS

	Madera usada					
	Eucalipto en el digestor	Maderas amazónicas en el canasto perforado	Eucalipto en el digestor	Maderas amazónicas en el canasto perforado	Eucalipto en el digestor	Maderas amazónicas en el canasto perforado
	Cocimiento n° 384 ^b	Cocimiento n° 384 G	Cocimiento n° 385 ^b	Cocimiento n° 385 G	Cocimiento n° 386 ^h	Cocimiento n° 386 G
<i>Astillas</i>						
Húmedas, kg.	50,00	1,837	52,0	0,9072	50,0	1,800
Secas, kg.	31,00	1,497	33,44	0,7575	31,58	1,506
Totalmente secas, %	62,0	81,5	64,30	83,5	63,16	83,7
<i>Licor de Cocción</i>						
Litros por kg. de madera seca	4,67		4,32		4,8	
NaOH, kg.	5,35		5,62		5,44	
Na ₂ S, kg.	1,74		1,83		1,77	
Na ₂ O total, kg.	5,52		5,81		5,62	
Na ₂ O sobre madera totalmente seca %	17,0		17,00		17,0	
Na ₂ O como NaOH, kg.	4,14		4,36		4,22	
Na ₂ O como Na ₂ S, kg.	1,38		1,45		1,41	
Tenor en sulfuro % ^a	25		25		25	
<i>Tiempo de cocimiento</i>						
Hasta la temperatura máxima	1,30		1,30		1,30	
A la temperatura máxima	4		2		1,0	
Tiempo total en horas	5,30		3,30		2,30	
Presión máxima, kg/cm ²	8,5		8,5		7,2	
Temperatura máxima °C	170		170		165	
Na ₂ S en el licor residual (g/l)	2,22		4,78		5,73	
<i>Rendimiento</i>						
Total, %	49,23	50,57	49,5	49,53	52,56	54,75
Depurada, %	49,23	50,57	49,5	49,05	52,50	53,77
Cerniduras, %	0	0	0	1,0	0,11	1,8
Número de Roc	3,2	3,68	2,8	3,84	3,68	6,72
Color (G.E.)	31	26	35,5	25,5	38,0	31,0
<i>Resistencia a 55° SR</i>						
S.R. inicial	15	15	16	15	16	15
Tiempo en minutos	25	25	22	22	23	21
Tracción en metros	9142	8131	9129	8778	8753	9654
Mullen, kg/cm ²	5,03	4,18	5,13	4,78	5,01	5,24
Alargamiento, %	4,0	3,7	3,75	3,70	4,0	4,0
Plegado	341	206	443	424	707	601
Elmendorf, gramos	104,0	111,1	103,8	99	112	101

^a Na₂S calculado como Na₂O en porcentos del Na₂O total.^b Tratada con vapor antes de la cocción.^c 18 especies solamente, se eliminaron las más duras (n^{os} 8, 11 y 12).

Cuadro 5

DETALLES DE BLANQUEO Y RESISTENCIA DE CELULOSA BLANQUEADA DE MADERAS AMAZONICAS Y DE EUCALIPTO

	Madera usada			
	Eucalipto en el digestor Cocimiento n° 384 N° de Roe 3,2	Maderas amazónicas en el canasto perforado Cocimiento n° 384 G N° de Roe 3,68	Eucalipto en el digestor Cocimiento n° 386 N° de Roe 3,68	Maderas amazónicas en el canasto perforado Cocimiento n° 386 G N° de Roe 6,72
Etapa de cloración				
Cloro usado, %	1,81	2,66	2,88	6,24
Consistencia, %	2,0	2,0	2,0	2,0
Temperatura, C.	20	20	20	20
Tiempo, minutos	50	40	60	50
Extracción alcalina				
NaOH usado, %	2,0	2,0	2,0	2,0
Consistencia, %	4,0	4,0	4,0	4,0
Temperatura, C.	40	40	40	40
Tiempo, horas	2	2	2	2
Etapa de hipoclorito (CaOCl₂)				
Cloro usado, %	1,6	1,47	0,9	1,96
NaOH, %	1,0	1,0	1,0	1,0
Consistencia, %	4,0	4,0	4,0	4,0
Temperatura, C.	40	40	40	40
Tiempo, horas	8	8	8	8
Distribución del cloro				
Cloración, %	53,0	64,3	76,2	76,0
Hipoclorito, %	47,0	35,7	23,8	24,0
Cloro total usado, %	3,41	4,13	3,78	8,20
NaOH total, %	3,0	3,0	3,0	3,0
Rendimiento en celulosa blanqueada				
Calculado sobre celulosa no blanqueada, %	95,2	94,5	94,6	90,9
Calculado sobre madera absoluta- mente seca	46,9	47,8	49,7	48,4
Color (G. E.)	79	79	82	82
Resistencia a 53° SR.				
S. R. inicial	15	14	16	15
Tiempo en minutos	35	24	34	27
Tracción en metros	8074	8196	9903	9959
Mullen, kg/cm ²	5,17	4,56	5,78	5,45
Alargamiento, %	3,75	3,25	4,8	4,2
Plegado	399	531	580	504
Elmendorf, gramos	99	106	106	99,1

* Se usaron 18 especies solamente.

Cuadro 6

MADERAS AMAZONICAS: DETALLE Y RESULTADOS DEL COCIMIENTO AL SULFITO

Licor de cocción:

4,96% de SO₂ total
1,09% de SO₂ combinado
0,95% de CaO

Tiempo de cocción:

hasta 105° 35 min.
a 105° 120 min.
hasta 135° 30 min.
a 135° 445 min.
Tiempo total de cocción 630 min. = 10,5 hrs.

Rendimiento 52,2%
Número de Roe 8,6
Color 36 (G.E.).

SR 55
Tracción 7098
Plegado 151
Alargamiento % 3,664
Elmendorf 65,9

Blanqueo:

8% de cloro para cloración
1,85% de cloro como hipoclorito de calcio
2% de NaOH para la extracción alcalina
88,4% de rendimiento de celulosa no blanqueada

Color 85 (G.E.)

SR° 55
Tracción 7508
Plegado 254
Alargamiento % 3,969
Elmendorf 65,9

Cuadro 7

MADERAS DEL PARANA: ESPECIES LATIFOLIADAS ENSAYADAS (PROVENIENTES DE UNA SUPERFICIE DE 1.250 m²)

No.º	Nombre común	Especie	Familia	Superficie del depósito de madera (m ² sólidos)	Peso bruto (kg.)
1	Canela-preta	Laurus atra	Lauraceae	1,125	1106,2
2	Caviuna	Dalbergia nigra	Leguminosae	1,483	1741,4
3	Cambui	Eugenia vellosiana	Myrtaceae	3,120	3120,0
4	Cravo-bravo	^b	Cordiaceae	0,540	579,2
5	Peroba-rosa	Aspidosperma	Apocynaceae	0,715	499,1
6	Bico de pato	Machaerium	Leguminosae	0,977	1117,0
7	Vassourinha	Allophylus edulis	Sapindaceae	0,248	233,7
8	Capixingui	Croton floribundus	Euphorbiaceae	2,670	1997,9
9	Pitangueira	^b	Myrtaceae	0,144	132,6
10	Branquilha	Sebastiana klotzschiana	Euphorbiaceae	0,307	276,8
11	Peroba d'agua	Sessia brasiliensis	Compositae	0,406	391,4
12	Araticum	Rollinia	Anonaceae	0,048	41,2
13	Leiteiro-duro	Peschiera catharinensis	Apocynaceae	0,284	267,0
14	Pau de largato	^b		0,090	93,0
15	Guasatonga	Casearia inaequilatera	Flacourtiaceae	0,060	79,2
16	Canela-sebo	Siparuna	Monimiaceae	0,023	24,4
17	Acoita-cavalo	Lulhea	Tiliaceae	0,124	122,2
18	Mandioqueiro	Ddymopanax morototoni	Araliaceae	0,313	286,4
19	Limoeiro-bravo	Siparuna brasiliensis	Monimiaceae	0,133	86,5
20	Vassourão	Piptocarpha	Compositae	0,233	211,0
21	Guamerim	^b	Melastomataceae	0,043	41,2
22	Capororoca	Rapanea ferruginea	Myrsinaceae	0,126	129,8
23	Figucira-brava	Ficus doliaria	Moraceae	0,170	138,6
24	Canafistula	Cassia ferruginea	Leguminosae	0,157	210,2
25	Sete-capotes	Briton sellowiana	Myrtaceae	0,122	99,0
26	Imbirá de sapo	Xilopia	Anonaceae	0,108	132,1
27	Cedro	Cedrela	Meliaceae	0,013	14,3
28	Angica	Piptadenia rígida	Leguminosae	0,121	124,4
29	Canga-branca	^b	^b	0,050	59,4
30	Vermelhinho	^b	^b	0,049	54,2
				14,002	13409,4

^a Clave para los cuadros 8, 9 y 10.

^b No identificada.

Cuadro 8

MADERAS DEL PARANA: COMPOSICION DE LA MUESTRA (DE UNA SUPERFICIE DE 1.250 m²)

No.	Peso de la madera entregada			Porcentaje de		Porcentaje de humedad	Peso de la madera absolutamente seca (kg.)	Porcentaje de cada especie
	No adecuada ^a	Pérdida por descortezamiento	Neto	No adecuada ^a	Pérdida por descortezamiento			
1	105,0	87,1	914,1	9,4	8,7	49,81	458,79	7,820
2	80,4	192,7	1468,3	4,6	11,6	33,66	974,07	16,602
3	468,0	398,0	2254,0	15,0	15,0	31,49	1544,21	26,320
4	579,2	—	—	100,0	—	39,13	—	—
5	125,1	56,1	317,9	25,0	15,0	35,14	206,20	3,515
6	110,0	194,2	812,8	10,0	19,2	38,23	502,07	8,558
7	46,5	15,6	171,6	19,8	8,3	41,41	100,54	1,714
8	199,0	332,3	1466,6	10,0	18,4	38,61	900,20	15,343
9	32,6	10,4	89,6	24,5	10,4	29,62	63,06	1,075
10	133,6	12,3	130,9	48,2	8,5	33,80	86,66	1,477
11	60,4	31,6	299,4	15,4	9,5	52,43	142,42	2,428
12	—	7,4	33,8	—	18,0	41,80	19,67	0,335
13	15,2	21,7	230,1	5,7	8,6	32,51	155,29	0,879
14	28,0	6,8	58,2	30,1	10,4	41,78	33,88	0,577
15	38,6	4,2	36,4	48,7	10,3	35,28	23,56	0,402
16	—	5,6	18,8	—	22,9	49,36	9,52	0,162
17	—	28,4	93,8	—	23,2	43,88	52,64	0,897
18	—	76,6	209,8	—	26,7	51,96	100,79	1,718
19	—	8,8	77,7	—	10,2	46,14	41,85	0,713
20	—	19,0	192,0	—	9,0	64,68	67,80	1,156
21	—	7,0	34,2	—	16,9	41,06	20,16	0,344
22	35,6	13,4	80,8	27,4	14,2	41,35	47,39	0,808
23	—	21,9	116,7	—	15,8	55,81	155,29	0,879
24	30,6	19,1	160,5	14,5	10,6	42,11	92,91	1,584
25	99,0	—	—	100,0	—	44,00	—	—
26	—	16,1	116,0	—	12,6	57,10	42,90	0,731
27	—	4,5	9,8	—	31,3	36,69	5,08	0,086
28	—	22,8	101,6	—	18,3	48,19	64,32	1,096
29	—	7,4	52,0	—	12,4	39,18	31,63	0,539
30	—	8,2	46,0	—	15,2	39,52	27,82	0,344
	2186,8	1629,2	9593,4	16,3	14,5	38,85	5867,00	100,000

^a Imposible de descortezar, ya sea por la forma o por estar muy deteriorada.

Cuadro 9
MADERA DEL PARANA: PESO ESPECIFICO Y ANALISIS QUIMICO
(Porcientos)

No.	Peso específico real de la madera absolutamente seca	Ceniza	Extraíbles			Furfurol (ácido barbitúrico)	Pentosanos	Lignina ^a		Metoxilo
			Eter	Alcohol	Total			con ceniza	sin ceniza	
1	0,5975	0,50	0,78	2,61	3,39	10,08	14,50	22,87	22,75	6,37
2	0,7013	1,68	0,29	1,86	2,15	11,05	16,54	25,41	25,26	7,46
3	0,9947	0,66	3,73	9,58	13,31	7,77	11,91	33,78	33,23	7,18
4	0,9349	1,24	4,08	11,22	15,30	8,42	12,09	41,22	40,84	6,59
5	0,9058	0,75	0,05	3,68	3,73	10,33	15,26	26,47	26,13	7,34
6	0,6813	0,54	2,54	1,75	4,29	10,34	14,79	28,40	28,10	8,44
7	0,7166	1,53	0,54	3,72	4,26	9,06	12,94	34,16	33,54	6,60
8	0,5027	0,93	0,30	2,27	2,57	10,71	16,02	26,07	25,87	6,94
9	0,7437	1,35	4,93	11,62	16,55	10,07	17,08	33,47	32,35	6,89
10	0,6894	0,70	0,75	2,69	3,44	7,30	11,07	34,36	34,21	6,71
11	0,4927	2,09	0,28	2,35	2,63	10,86	16,28	30,45	29,45	6,80
12	0,5278	2,07	0,18	1,49	1,67	9,96	14,07	23,34	22,98	6,25
13	0,7000	1,08	0,65	5,20	5,85	11,13	16,33	24,99	24,12	6,89
14	0,6075	1,02	0,13	1,75	1,88	9,53	13,00	25,61	25,44	7,46
15	0,8498	0,85	0,21	2,92	3,13	10,36	13,63	27,18	26,07	6,35
16	0,4432	0,62	0,22	1,36	1,58	10,81	16,08	25,51	24,40	7,13
17	0,6778	2,39	0,30	1,11	1,41	9,80	13,77	26,33	25,41	7,06
18	0,4499	0,75	0,35	1,78	2,13	11,19	16,49	26,84	26,70	6,72
19	0,3763	0,83	0,58	2,34	2,92	8,41	11,86	22,61	22,02	6,74
20	0,4093	0,69	0,01	0,29	0,30	11,26	16,41	24,17	23,76	6,53
21	0,8342	0,90	3,37	6,69	10,06	7,14	10,55	45,57	44,68	5,89
22	0,7091	0,47	1,45	3,44	4,89	12,06	17,89	28,43	28,31	6,78
23	0,4300	1,42	0,37	2,10	2,47	11,92	18,02	35,68	35,01	6,23
24	0,6478	1,63	0,88	5,23	6,11	10,65	15,31	31,08	31,14	6,35
25	0,6142	0,31	0,98	1,16	2,14	9,72	13,32	33,43	33,28	6,57
26	0,4341	0,51	0,41	0,71	1,12	11,45	15,66	28,56	28,40	6,95
27	0,4989	0,24	0,61	1,73	2,34	8,87	12,99	29,43	29,12	5,79
28	0,5270	0,74	0,73	2,80	3,53	12,64	18,80	28,02	27,85	6,52
29	0,7332	0,96	0,40	1,10	1,50	10,67	15,68	25,81	25,76	7,48
30	0,8520	1,26	0,48	6,45	6,93	9,68	13,78	35,05	34,91	7,07

^a Determinada antes de la extracción con éter-alcohol.

Cuadro 10
MADERAS DEL PARANA: MEDIDAS DE LAS FIBRAS
(Milímetros)

Nº	Longitud media		Diámetro medio (en la mitad de la fibra)	Superficie media	
	medida ^a	calculada ^b		Parenquima	vasos
1	1,048	1,108	0,025	0,12 x 0,030	0,50 x 0,12
2	0,569	0,615	0,015	0,10 x 0,015	0,18 x 0,13
3	0,953	1,018	0,015	0,05 x 0,020	0,30 x 0,05
4	0,741	0,786	0,020	0,07 x 0,020	0,40 x 0,12
5	1,358	1,439	0,020	0,10 x 0,020	0,50 x 0,07
6	0,996	1,048	0,015	0,15 x 0,015	0,40 x 0,15
7	0,975	1,030	0,025	0,05 x 0,040	0,50 x 0,10
8	0,966	1,003	0,040	0,13 x 0,030	0,70 x 0,22
9	0,583	0,613	0,012	0,05 x 0,020	0,45 x 0,07
10	1,050	1,111	0,022	0,07 x 0,020	0,40 x 0,05
11	1,297	1,352	0,035	0,10 x 0,040	0,75 x 0,10
12	0,836	0,888	0,040	0,15 x 0,025	0,20 x 0,20
13	0,817	0,839	0,025	0,05 x 0,030	0,60 x 0,08
14	1,549	1,627	0,025	0,07 x 0,030	0,40 x 0,15
15	1,190	1,246	0,020	0,08 x 0,015	1,00 x 0,08
16	0,725	0,762	0,025	0,13 x 0,030	0,55 x 0,12
17	1,255	1,340	0,030	0,04 x 0,030	0,80 x 0,08
18	1,049	1,101	0,040	0,12 x 0,030	1,00 x 0,20
19	1,429	1,521	0,060	0,15 x 0,040	1,20 x 0,25
20	1,235	1,278	0,040	0,07 x 0,030	1,10 x 0,12
21	0,979	1,048	0,018	0,05 x 0,025	0,40 x 0,25
22	0,684	0,717	0,025	0,08 x 0,035	0,50 x 0,05
23	0,961	1,014	0,025	0,10 x 0,020	0,35 x 0,25
24	0,667	0,680	0,018	0,15 x 0,020	0,25 x 0,15
25	0,641	0,692	0,015	0,07 x 0,030	0,55 x 0,05
26	1,095	1,146	0,020	0,22 x 0,040	0,20 x 0,12
27	0,820	0,880	0,030	0,12 x 0,040	0,25 x 0,20
28	0,782	0,827	0,018	0,12 x 0,025	0,35 x 0,15
29	1,296	1,352	0,025	0,08 x 0,028	0,60 x 0,22
30	1,213	1,318	0,020	0,07 x 0,030	0,70 x 0,05

^a Longitud total de las fibras
Número de fibras

^b Según la fórmula del Dr. Hugo Freund, *Handbuch der Mikroskopie der Technik*, tomo V, p. 547.

Cuadro II
COCIMIENTOS AL SULFATO CON MADERA DEL PARANA

	<i>Madera usada</i>						
	<i>Todas las maderas Inclu- yendo Cambui</i>	<i>Exclu- yendo Cambui</i>	<i>Todas las ma- deras excl. Cambui</i>	<i>Cambui en el ca- nasto perfo- rado</i>	<i>Excluyendo maderas de aserradero y algunas maderas blancas</i>		
	<i>Cocim. N° 378</i>	<i>Cocim. N° 379</i>	<i>Cocim. N° 380</i>	<i>Cocim. N° 380G</i>	<i>Cocimiento número</i>		
					<i>381^b</i>	<i>382^b</i>	<i>383^b</i>
<i>Astillas</i>							
Húmedas, kg.	50,0	50,0	38,5	1,953	50,1	52,0	50,30
Secas, kg.	30,55	30,9	24,37	1,357	33,35	34,03	35,36
Absolutamente secas, %	61,1	61,8	63,3	69,5	66,5	65,5	70,72
<i>Licor de cocción</i>							
Relación madera licor	4,45	4,69	4,66		3,74	4,08	4,26
NaOH, kg.	5,16	5,22	4,23		5,48	5,60	5,94
Na ₂ S, kg.	2,16	2,18	1,38		1,78	1,82	1,94
Na ₂ O total, kg.	5,71	5,78	4,37		5,67	5,78	6,15
Na ₂ O en el peso de la madera	18,7	18,7	17,0		17,0	17,0	17,37
Na ₂ O como NaOH, kg.	4,00	4,04	3,28		4,25	4,34	4,61
Na ₂ O como Na ₂ S, kg.	1,71	1,73	1,09		1,42	1,45	1,54
Tenor en sulfuro	30,0	30,0	25,0		25,0	25,0	25,0
<i>Tiempo de cocción</i>							
Hasta la temperatura máxima	3	3	3		3	1	1
En la temperatura máxima	4	4	4		4	4	4
Tiempo total, horas	7	7	7		7	5	5
Presión máxima, kg./cm ²	5,8	5,9	7,3		7,4	7,0	8,8
Temperatura máxima, °C.	160	160	165		165	165	170
Na ₂ O en licor residual (g/l)	4,34	4,70	4,80		3,10	2,86	4,13
<i>Rendimiento</i>							
Total, %	45,6	47,64	49,8	43,3	44,3	47,0	44,27
Depurada, %	45,0	47,55	48,4	41,4	43,8	45,7	44,02
Cerniduras, %	1,37	0,20	2,85	4,40	1,16	2,8	0,56
Número de Roe	6,60	4,17	3,70	13,20	8,24	10,0	7,12
Color G. E.	26	30	29	24	19,5	22,0	25
<i>Resistencia a 55° S. R.</i>							
S. R. inicial	13	13	13	13	14	16	15
Tiempo de re ⁿ ación mínimo	32	26	22	36	25	21	24
Tracción, m.	8333	8642	8314	6083	7527	7283	8847
Mullen, kg/cm ²	4,74	4,46	4,54	3,20	4,20	4,20	4,52
Alargamiento, %	3,6	4,0	4,0	3,1	3,0	4,0	3,5
Plegado	368	396	370	56	366	258	402
Elmendorf, gr.	90,4	81,8	80,6	81,9	81,8	78,1	83,0

^a Na₂S calculado como Na₂O expresado en porcentos del Na₂O total.
^b Tratada con vapor antes de la cocción.

Cuadro 12

DETALLE DEL BLANQUEO Y RESISTENCIA DE LA CELULOSA BLANQUEADA DE MADERA DEL PARANA

	Madera usada				
	Todas las especies Cocim. N° 378 N° de Roe 6,60	Excluyendo Cambui Cocim. N° 379 N° de Roe 4,17	Excluyendo Cambui Cocim. N° 380 N° de Roe 3,70	Excluyendo maderas de aserradero y algunas maderas blancas Cocim. N° 381 N° de Roe 8,24	Cocim. N° 383 N° de Roe 7,12
Cloración					
Cloro usado, %	4,45	2,80	2,6	6,08	5,73
Densidad, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Temperatura, °C.	20	20	20	20	20
Tiempo, minutos	55	20	60	60	50
Extracción alcalina					
NaOH usado, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Densidad, %	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Temperatura, °C.	40	40	40	40	40
Tiempo, h.	2	2	2	2	2
Blanqueo con hipoclorito (CaOCl₂)					
Cloro usado, %	2,92	2,39	1,75	3,05	2,2
NaOH, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Densidad, %	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0
Temperatura, °C.	38	40	40	40	40
Tiempo, h.	8	6	8	9	8
Distribución del cloro					
Cloración, %	60,4	54,0	59,8	66,5	73,6
Hipoclorito, %	39,6	46,0	40,2	33,5	26,4
Consumo total de cloro, %	7,37	5,19	4,35	9,13	7,93
NaOH total, %	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Rendimiento en celulosa blanqueada					
Sobre celulosa no blanqueada depurada, %	93,06	95,4	95,0	90,3	90,0
Sobre madera seca, %	41,9	45,36	46,0	39,5	39,6
Color G. E.	81	82	81,5	81	81
Resistencia a 55° S. R.					
S. R. inicial	13	13	13	14	15
Tiempo, mín.	30	31	26	25	21
Tracción, m.	8109	7756	7527	9013	8279
Mullen, kg./cm ²	4,49	4,58	4,62	5,02	4,25
Alargamiento, %	3,6	3,5	3,5	3,8	3,5
Plegado	401	251	266	230	190
Elmendorf, gr.	80,3	80,6	81,1	70,4	69,0

Cuadro 13

ANALISIS DE LA MADERA DE EUCALIPTO PROVENIENTE DEL PARANA

(E. saligna, de 6 años)

	Muestra de madera						Valor	
	I	II	1P	2P	6P	7P	Máx.	Mín.
Peso específico seco	0,62	0,68	0,49	0,72	0,61	0,43	0,43	0,72
Pentosanos (Tappi), %	16,61	11,94	14,43	16,77	12,52	14,33	11,94	16,77
Furfural (ácido barbitúrico)	—	—	9,68	10,38	8,56	9,44	—	—
Lignina (Tappi), %	27,72	26,81	26,30	24,77	28,17	28,92	24,77	28,92
Extraíbles (éter) (Tappi), %	0,82	0,19	0,24	1,60	0,13	0,98	0,13	1,60
Extraíbles (alcohol) (Tappi), %	2,02	1,52	0,62	4,82	1,47	1,59	0,62	4,82
Ceniza, %	0,64	0,73	0,68	0,61	0,71	0,85	0,61	0,85

Cuadro 14

EJEMPLO DE COCCION AL SULFATO CON MADERA DE IMBAUBA (AMAZONAS)

Na ₂ O/madera absolutamente seca	= 17%	Licor de cocción	= 19,26 g Na ₂ O/litro
Tenor en sulfuro	= 25%	Lejía negra	= 5,4 g Na ₂ O/litro
Humedad	= 12,81%	% de álcali consumido	= 71,96%
Madera: lejía	= 1 : 8,82	Consumo de álcali/madera absolutamente seca	= 12,24%
Rendimiento	60,28%		
Cerniduras	4,82%		
Roe No.	5,68		
Color	39 G.E.		

SR°	Inicial 14	25	35	45	55
Tensión, m.		8,959	9,085	9,754	11,160
Plegado		874	1066	1588	1978
Mullen, kg/cm ²		5,115	5,775	6,250	6,418
Elmendorf		92,6	75,5	66,0	70,4
Tiempo de refinación, minutos		12	16	20	23

Tiempo de cocción total: 2 horas, 1 hora a la temperatura máxima de 165°C.

Cuadro 15

EJEMPLO DE COCCION AL SULFATO CON MADERA DE CARIPE

Na ₂ O/madera absolutamente seca	= 17%	Licor de cocción	= 66,43 g Na ₂ O/litro
Tenor en sulfuro	= 25%	Lejía negra	= 20,63 g Na ₂ O/litro
Humedad	= 19,45%	% de álcali consumido	= 68,95%
Madera: lejía	= 1 : 2,25	Consumo de álcali/madera absolutamente seca	= 11,74%
Rendimiento	57,04%		
Cerniduras	0%		
Roe No.	3,52		
Color	38 G.E.		

SR°	Inicial 13	25	35	45	55
Tensión, m.		3,927	4,416	4,909	5,400
Plegado		13	29	66	128
Mullen, kg/cm ²		1,980	2,568	2,833	3,000
Elmendorf		107,6	112,2	118,7	96,8
Tiempo de refinación, minutos		22	28	32	36

Tiempo de cocción total: 3,5 horas, 2,5 horas a la temperatura máxima de 165°C.

Cuadro 16
EJEMPLOS DE COCCIONES AL SULFATO CON MADERAS DEL PARANA*

(Grupo 1)

Nº	Nombre común	% Rendimiento			Tensión			Plegado			Mullen			Elmendorf		
		Roe	Total	Depurado	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55
6	Bico de pato . . .	3,7	51,24	49,14	5.688	9.617	10.285	60	966	1.286	3,17	6,50	7,39	124,5	102,2	97,7
8	Capixingui . . .	7,4	51,49	48,80	6.897	8.666	9.773	86	380	595	3,55	4,52	5,03	75,8	74,8	69,8
9	Pitangueira . . .	6,9	44,35	41,95	4.352	8.527	10.286	27	1.026	1.034	2,16	5,16	6,64	56,4	82,4	75,1
10	Branquillo . . .	16,7	53,01	36,76	6.339	7.816	9.119	113	645	827	4,41	5,73	6,27	83,4	77,0	72,7
10	Branquillo ^b . . .	8,0	42,51	42,34	6.250	8.602	8.518	100	814	1.063	3,98	6,25	6,65	119,9	112,5	107,6
12	Araticum . . .	12,0	46,09	45,85	8.676	11.586	10.222	318	901	941	5,14	6,69	7,42	88,2	88,8	72,0
14	Pau de largato . . .	4,3	52,08	49,62	8.239	10.129	10.542	1.067	1.643	1.703	5,93	7,38	7,50	141,5	109,5	102,2
16	Canela-sebo . . .	8,8	53,88	52,26	7.584	8.397	9.087	438	838	1.100	4,68	5,37	6,60	104,2	99,0	84,2
17	Acoita cavallo . . .	9,3	51,46	47,25	10.016	11.595	11.145	1.410	1.534	2.077	7,18	7,78	8,05	127,6	103,7	113,4
19	Limoeiro-brava . . .	8,9	46,90	43,48	6.107	7.586	8.842	142	410	788	3,13	4,28	4,54	91,3	74,4	65,1
20	Vassourao . . .	9,8	55,94	52,17	6.970	8.417	8.205	323	682	931	3,52	4,51	4,95	80,6	83,6	76,7
23	Figueira-branca . . .	7,4	40,11	38,93	7.410	9.805	9.902	992	1.456	1.624	4,71	6,14	6,34	105,0	81,5	102,5
26	Imbirá de sapo . . .	8,8	54,27	49,21	7.324	9.470	9.943	325	557	1.069	4,65	5,90	6,76	85,6	78,5	67,3
27	Cedro . . .	15,6	56,78	51,94	7.168	9.638	10.271	538	1.160	1.238	4,66	6,05	6,62	106,6	94,3	98,3
27	Cedro ^b . . .	12,1	49,91	48,64	8.173	9.686	10.159	560	1.326	1.690	4,25	6,05	6,18	99,2	89,2	85,1
		9,3	50,00	46,56	7.146	9.302	9.753	418	955	1.198	4,34	5,89	6,46	96,9	75,5	71,5

* Las cocciones se realizaron en un digestor rotatorio 10 litros calentado eléctricamente.
Temperatura: 165°C durante una hora.
Total tiempo de cocción: 2 horas, 17% Na₂O / madera absolutamente seca, 25% tenor en sulfuro.
^b Tiempo de cocción total: 2,5 horas.

Cuadro 17
EJEMPLOS DE COCCIONES AL SULFATO CON MADERAS DEL PARANA

(Grupo 2)

Nº	Nombre común	% Rendimiento			Tensión			Plegado			Mullen			Elmendorf		
		Roe	Total	Depurado	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55
4	Cravo-bravo . . .	6,6	45,10	42,18	4.418	7.525	7.875	10	211	391	1,95	3,99	4,72	60,5	85,2	84,9
5	Peroba-rosa . . .	6,4	47,00	43,66	5.271	7.197	7.481	129	469	472	2,91	4,60	4,83	142,2	130,6	110,4
13	Leiteiro-duro . . .	5,6	54,49	51,67	5.142	6.309	6.620	36	285	320	2,47	3,60	4,00	77,3	81,4	77,7
18	Mandioqueiro . . .	8,4	53,11	50,89	6.337	7.474	8.300	72	180	408	3,17	3,67	3,96	80,0	86,8	82,5
21	Guamarim . . .	13,4	52,32	49,31	5.836	6.956	8.579	51	223	574	2,95	4,13	5,45	106,6	102,2	91,1
29	Canga-branca . . .	8,0	54,53	53,14	6.981 ^a	7.693	8.765	21 ^a	360	473	4,52 ^a	4,84	5,31	116,3 ^a	106,6	95,7
30	Vermelhinho . . .	6,7	42,19	41,50	5.452	6.976	7.366	48	196	468	3,17	4,50	4,71	112,2	111,1	120,0
		7,9	49,83	47,48	5.409	7.161	7.855	53	275	444	2,77	4,19	4,71	96,5	100,6	94,6

^a = SR — 35

Cuadro 18
EJEMPLOS DE COCCIONES AL SULFATO CON MADERAS DEL PARANA

(Grupo 3)

Nº	Nombre común	Rendimiento %			Tensión			Plegado			Mullen			Elmendorf		
		Roe	Total	Depurado	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55	SR 25	SR 45	SR 55
1	Canela-preta . . .	5,2	53,42	52,62	4.040	5.730	6.617	10	116	262	2,01	3,20	4,29	68,2	89,6	85,3
2	Caviuna . . .	10,4	52,04	49,97	4.023	6.488	7.810	10	77	192	1,95	3,84	4,96	86,7	80,2	73,8
3	Cambui ^a . . .	15,1	43,33	42,03	2.507	3.716	4.003	2	9	13	0,75	1,78	2,06	33,9	50,7	54,0
3	Cambui ^b . . .	17,6	53,72	—	3.799	4.651	5.339	8	29	32	1,71	2,36	2,74	60,0	68,8	68,8
3	Cambui ^c . . .	17,9	44,82	—	2.986	4.033	5.016	4	17	20	1,35	2,17	2,53	40,6	52,0	70,5
7	Vassourinho . . .	12,8	53,80	45,84	4.855	6.018	6.471	19	85	106	2,60	3,42	3,72	66,0	67,4	69,2
11	Peroba d'agua . . .	16,4	55,6	53,69	4.612	5.867	6.095	21	73	133	2,50	3,14	3,50	65,7	62,2	56,4
15	Guatasunga . . .	10,0	53,88	52,87	4.560	5.889	6.396	20	49	85	2,09	3,0	3,08	80,2	78,4	73,8
22	Caporoca . . .	5,0	49,29	48,43	2.708	3.874	5.071	2	5	10	0,88	1,29	1,90	26,6	35,2	44,2
24	Canafistula . . .	5,6	51,83	49,36	4.260	6.289	6.877	19	131	209	2,17	3,86	4,48	86,1	80,6	83,8
25	Sete-capota . . .	11,4	43,20	32,09	3.768	5.016	5.380	5	33	45	1,54	2,61	2,64	42,5	45,5	47,2
		11,6	50,44	—	3.829	5.234	5.916	11	57	106	1,78	2,79	3,25	59,7	64,6	66,0

^a = 25% Na₂O/madera
^b = 17% Na₂O/madera
^c = 21% Na₂O/madera

ELABORACION DE CELULOSA A BASE DE CETICO (*CECROPIA*) PERUANO PARA FABRICAR PAPEL DE DIARIO¹

Batineyret (Batignolles-Chatillon & Ateliers Neyret Beylier), París

La firma francesa Batineyret ha realizado estudios y experimentos acerca de una especie muy generalizada en la selva amazónica, el cetico o *Cecropia*, a fin de determinar su posible importancia en la industria papelera. Las principales ventajas del cetico son las siguientes: 1) crece muy a menudo en agrupaciones homogéneas, lo que facilita extraordinariamente la tala y evita las dificultades inherentes a la explotación de bosques heterogéneos; 2) tales agrupaciones homogéneas se encuentran de preferencia en las márgenes de los ríos, lo que facilita en gran medida la explotación y el transporte de la madera, y 3) el cetico es una de las pocas especies tropicales cuya madera puede desfibrarse convenientemente para fabricar pasta mecánica.

Se han realizado experiencias respecto a la fabricación industrial de papel de diario (se imprimió un diario con el papel obtenido); también se ha estudiado la instalación práctica de una fábrica y las utilidades que pueden obtenerse de la misma. Las conclusiones obtenidas al respecto han sido favorables por completo.

I. PASTA MECÁNICA DE CETICO Y PAPEL FABRICADO A BASE DE PASTA MECÁNICA DE CETICO Y PASTA QUÍMICA DE CONÍFERAS

Desde el Perú fueron enviadas a Francia 50 toneladas de madera de cetico, que había sido cortada en julio de 1951. La madera fué transportada a una fábrica de pasta mecánica situada en Savines.

a) *Fabricación de pasta mecánica a base de cetico*

En Savines se obtuvo pasta mecánica de cetico utilizando, sin adaptarlo, el equipo de la fábrica que produce diariamente pasta a base de madera de abeto para diversos periódicos franceses. Con la pasta obtenida se hicieron ensayos en el laboratorio de la Ecole Française de Papeterie y en las fábricas de papel de Dorneyon.

b) *Fabricación de papel de diario y ensayos con papel*

En las fábricas de papel de Dorneyon se produjeron cuatro muestras de papel en condiciones industriales, a saber: muestra 1, papel de diario de tipo corriente (20 por ciento de pasta al sulfito, no blanqueada, y 80 por ciento de pasta mecánica de abeto); las muestras 2, 3 y 4 contenían pasta al sulfito sin blanquear y pasta mecánica de cetico en proporciones 30:70, 25:75 y 20:80, respectivamente. No hubo dificultad alguna para fabricar las muestras 2 y 3, aunque en el caso de la muestra 3 fué necesario reducir un poco la velocidad de la bobinadora-cortadora. La preparación de la muestra 4 causó dificultades y con frecuencia se produjeron

rupturas a pesar de haberse reducido a 120 metros por minuto la velocidad de la máquina.

En seguida se procedió a ensayar esos cuatro tipos de papel junto con otros tres de papel de diario, dos fabricados en Francia y un tercero de fabricación norteamericana. Dichos ensayos demostraron satisfactoriamente que es posible fabricar papel de diario en condiciones industriales utilizando pasta mecánica de cetico y agregando 25 a 30 por ciento de pasta química de coníferas. En ulteriores tiradas comerciales por la Societé Générale d'Impression, de Grenoble, imprimiendo el periódico Dauphiné Libéré, se comprobó que el comportamiento de las muestras 2 y 3 era satisfactorio y que su empleo en la impresión de diarios daba buenos resultados.

2. PASTA QUÍMICA DE CETICO Y PAPEL FABRICADO EXCLUSIVAMENTE A BASE DE CETICO

a) *Fabricación de pasta química de cetico*

Aunque se comprobó que podía fabricarse buen papel de diario a base de un 70 a 75 por ciento de pasta mecánica de cetico y un 30 a 25 por ciento de pasta al sulfito, lo que supone importantes ahorros en las importaciones destinadas a los países latinoamericanos, sería todavía necesario comprar en el extranjero una buena parte de la materia prima necesaria, es decir, ese 25 o el 30 por ciento de pasta de sulfito.

Por eso se juzgó conveniente estudiar la posibilidad de emplear el cetico como materia prima para pasta química. Se emprendió, pues, la tarea de fabricar pasta de cetico al sulfato y de determinar sus características. Se comprobó que la pasta resultante presentaba características muy semejantes a las de la preparada a base de coníferas europeas y sólo un poco inferior a las de la pasta de abeto. Además, se obtuvo un rendimiento superior al 50 por ciento, lo que es altamente satisfactorio, pues el de las coníferas europeas apenas sobrepasa el 40.

b) *Fabricación de papel exclusivamente a base de cetico*

En el laboratorio se procedió en seguida a fabricar papel utilizando exclusivamente el cetico. Se llegó a la conclusión de que el papel así obtenido era por lo menos igual al papel de diario corriente, conclusión que debe ser aceptada con reservas, ya que el tratamiento de la pasta en el laboratorio permite conservar mejor las características de la pasta.

También se hicieron ensayos de tipo semiindustrial, pero como en la fábrica no se pudo disponer de ciertos materiales, la pasta obtenida fué bastante inferior a la fabricada en el laboratorio. A pesar de esto, el papel obtenido era excelente.

En comparación con el papel francés de calidad media, resultaron muy satisfactorios dos de los tipos de papel fabricados (45:55 y 35:65 pasta química y pasta mecánica de cetico).

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.11 condensada, que contiene 9 cuadros en los que se presenta el resultado de los ensayos llevados a cabo con pasta y papel a base de cetico, así como estimaciones de los costos de producción en la proyectada fábrica de Pucallpa.

Conclusión

De los ensayos llevados a cabo se deduce lo siguiente:

- i) que se puede fabricar, a base de cetico peruano y mediante el procedimiento kraft, una pasta química blanqueada de muy buena calidad, que se compara ventajosamente con cualquier tipo de pasta que no sea la de abeto;
- ii) que con una mezcla de pasta química y pasta mecánica de cetico, se puede obtener un papel de diario de características semejantes a las del que ordinariamente se dedica a tal objeto;
- iii) que para obtener los mejores resultados, la proporción de pasta química que debe mezclarse con pasta mecánica debe ser de un tercio como máximo;
- iv) que es posible obtener, por los métodos tradicionales de blanqueo de la pasta mecánica, un papel de blancura igual o superior a la de los papeles de diario que normalmente se obtienen en el mercado mundial;
- v) que lo anterior permite suponer que será posible imprimir el papel así obtenido en rotativas de gran velocidad.

3. ESTUDIO ECONÓMICO

Desde el doble punto de vista de las condiciones prácticas y de la economía, se estudió también la posibilidad de instalar una fábrica de celulosa, así como las probables utilidades del proyecto.

a) Organización

En el caso particular del Perú parece posible reunir en una misma fábrica las unidades destinadas a las tres operaciones siguientes: preparación de pasta mecánica, preparación de pasta química y fabricación de papel. Esta agrupación permitiría efectuar ahorros muy importantes, puesto que habría que crear una sola central de energía y de vapor, un solo taller de mantenimiento y reparación del equipo y un

solo organismo de dirección y administración para las tres unidades. Se evitarían igualmente los gastos por concepto de transporte de la pasta hasta la fábrica de papel, rubro que es siempre oneroso. Habría que contar, como es natural, con las correspondientes instalaciones secundarias para las tres unidades.

b) Ubicación

Se eligió Pucallpa por estar situada en el centro mismo de la zona de producción de cetico y muy cerca de una fuente de combustible de buena calidad. Además, se halla unida a Lima, la capital, por medios de locomoción satisfactorios, como se pudo comprobar tras un estudio minucioso de las estadísticas de circulación correspondientes a las distintas estaciones del año.

c) Inversión, costo de producción, utilidades

Se estudiaron detalladamente los costos, las inversiones y la relación entre el costo de inversión y el de producción, dejando margen para el capital de trabajo necesario al tipo de interés normal. Se hizo una evaluación minuciosa del costo total, tomando en cuenta el costo y el transporte de la materia prima, la mano de obra, la extracción de la madera y el transporte del producto terminado a Lima.

Los estudios emprendidos respaldaron la conclusión de que, a pesar de los onerosos gastos de transporte entre Pucallpa y Lima, el papel de diario fabricado en Pucallpa podía ser entregado en Lima a 103 dólares por tonelada. Como en esa época, en Lima, los precios del papel importado eran 231 y 300 dólares por tonelada de papel de diario finlandés y norteamericano, respectivamente, se deduce que si la fábrica de Pucallpa trabajara al máximo de su capacidad —18 mil toneladas de papel de diario— se obtendrían utilidades anuales superiores a 2 millones de dólares. En el cuadro siguiente se presenta el detalle de estos cálculos.

PRECIO DE COSTO EN LIMA POR TONELADA DE PAPEL DE DIARIO FABRICADO EN PUCALLPA
(En soles, salvo indicación en contrario)

	Cantidad	Precio unitario	Valor
Madera absolutamente seca	1,5 tons.	44,00	66,00
Materiales			
— cal	28,00 kgs.	0,10	2,80
— azufre	7,00 "	0,65	4,55
— sal	44,00 "	0,08	3,52
— cola y aluminio	—	—	30,00
— talco	25,00 "	0,65	16,25
Total			57,12
Combustible (para la producción de energía)	0,86 tons.	190,00	163,40
Purificación del agua			100,00
Mano de obra			283,33
Mantenimiento			
— varios			100,00
— maquinaria			80,00
— equipo pesado			50,00
Total			230,00
Gastos generales			50,00
Subtotal			949,85
Precio de costo			
Costo de capital: 993,00 soles por año			55,10
Costo de transporte a Lima			600,00
Total			655,10
Costo total/ton. (soles)			1.604,95
Equiv. en dólares/ton. ^a			103 dólares ^o

^a Un dólar de Estados Unidos = 15,60 soles.

Precio de venta en Lima de la tonelada de papel de diario norteamericano: 300 dólares. Precio de venta en Lima de la tonelada de papel de diario finlandés: 231 dólares.

Utilidad (estimada) por tonelada: 128 dólares (\$231-\$103) Utilidad (estimada) por año: (18.000 toneladas): 2.306.000 dólares.

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA PRODUCCION DE PAPEL DE DIARIO¹

P. R. Sandwell

A) INTRODUCCION

1. OBJETO

Antes de la segunda guerra mundial, una fábrica de papel de diario con capacidad inferior a 300 toneladas por día habría sido considerada antieconómica en los países exportadores más importantes. En menos de quince años esta capacidad mínima económica ha aumentado a 500 toneladas. El presente trabajo tiene por objeto examinar las causas que originaron tal fenómeno y determinar hasta qué punto son aplicables a las condiciones un tanto diferentes que predominan en América Latina.

2. DEFINICIONES

El papel de diario puede definirse de dos maneras distintas, según se considere el modo habitual de fabricarlo o su uso ulterior. Concuerdan con la primera manera las especificaciones que emplea la aduana de los Estados Unidos:

"Papel fabricado con una mezcla de pasta mecánica y química y sometido a límites específicos en cuanto a peso, grosor, acabado, contenido de ceniza, grado de encolado,

por ciento de pasta química que contiene y dimensiones de las hojas o rollos en que se despacha."

Una definición del segundo tipo, de carácter más fundamental, sería la siguiente:

"Papel acondicionado para absorber la tinta con rapidez, dotado de la resistencia necesaria para soportar fuertes tensiones al pasar a gran velocidad por las rotativas modernas y cuyo bajo precio permite emplearlo en grandes cantidades para la impresión de periódicos, que a su vez puedan venderse a precios no superiores al de unos cuantos cigarrillos."

En las regiones dotadas de abundante madera de coníferas y de energía eléctrica barata, son válidas las dos definiciones. En cambio, en aquellas en que no prevalecen estas condiciones no es adecuada la primera definición.

En este trabajo se emplea el sistema métrico para los pesos y medidas por razones de uniformidad, y por igual razón los valores se expresan en dólares de los Estados Unidos.

B) CONDICIONES EN AMERICA DEL NORTE

1. INVERSIÓN DEL CAPITAL

a) Generalidades

Las fábricas que producen el papel de diario a que se refiere la primera de las definiciones citadas constan de cuatro partes principales: 1) fábrica de pasta mecánica, 2) fábrica de pasta química, 3) fábrica de papel propiamente tal y 4) servicios generales.

La relación entre el tamaño y el monto de las inversiones, variable en cada una de estas secciones, depende de los factores que se estudian a continuación.

b) Fábrica de pasta mecánica

Aunque el primer desfibrador ideado por Keller ha sido modificado en tamaño y capacidad, la unidad básica para la fabricación de pasta mecánica sigue siendo todavía una piedra rotatoria de superficie abrasiva contra la cual se presiona la madera en presencia de agua. En su actual estado de desarrollo, y empleando como materia prima madera de coníferas, un desfibrador movido por un motor eléctrico puede producir unas 40 toneladas diarias de pasta, cantidad suficiente para mantener una producción de 50 toneladas de papel para diario. Como es posible aumentar la capacidad multiplicando el número de unidades básicas y como algunas de las unidades auxiliares —por ejemplo, los depuradores y los espesadores— tienen una capacidad equivalente a la de los desfibradores, existe una relación constante —dentro de límites bastante amplios— entre el

capital invertido y la capacidad. Concretamente, el costo total de una sección de pasta mecánica —incluyendo desde los depósitos de madera hasta las tinas para guardar la pasta— varía aproximadamente en la siguiente forma:

Papel de diario (Toneladas por día)	Pasta mecánica (Toneladas por día)	Capital total (Millones de dólares)	Capital unitario por tonelada diaria de papel para diario (Miles de dólares)
100	80	1,8	18,0
200	160	3,0	15,0
300	240	3,9	13,0
400	320	4,8	12,0
500	400	5,8	11,6

c) Fábrica de pasta química

En el caso de la pasta química, la situación es diferente. Si la madera proviene de las escasas especies a las que puede aplicarse con éxito el procedimiento al sulfito y si, por la ubicación de la fábrica, la contaminación por las aguas residuales es tan poco probable que no se necesita concentrar y quemar la lejía negra, entonces, el tamaño mínimo de la fábrica queda determinado por la capacidad de un solo digestor. Para que sea económico, un digestor debe producir unas 50 toneladas diarias de pasta al sulfito, cantidad suficiente para la fabricación por lo menos de 250 toneladas de papel de diario. En consecuencia, para hacer frente a las necesidades de una fábrica de papel de diario de 500 toneladas de capacidad, sólo se necesitaría instalar dos de estos digestores, lo que rara vez se haría en la práctica, puesto que la fábrica debería experimentar oscilaciones cíclicas de cierta magnitud. Los capitales unitarios inver-

¹ Publicado como documento ST/ECLA/CONF.3/L3.12, originalmente.

tidos en fábricas más pequeñas son más elevados, como se desprende del siguiente cuadro.

Papel de diario (Toneladas por día)	Pasta al sulfito (Toneladas por día)	Capital total (Dólares)	Capital unitario por tonelada diaria de papel de diario (Dólares)
100	20	1.100.000	11.000
200	40	1.800.000	9.000
300	60	2.300.000	7.700
400	80	2.800.000	7.000
500	100	3.200.000	6.400

Si la madera disponible no es apropiada para el procedimiento al sulfito generalmente se emplea el del sulfato con semiblanqueo, en cuyo caso el capital invertido ha de ser mayor porque los elementos que determinan la capacidad no son las instalaciones relativamente pequeñas —digestores, lavadores, depuradores y espesadores—, sino las unidades de recuperación química. En consecuencia, una fábrica al sulfato con semiblanqueo, de tamaño económico, produce más pasta de la necesaria para abastecer una fábrica de papel de diario. Por este motivo, al aplicar el procedimiento al sulfato en la elaboración de papel de diario, se dispone de un excedente de pasta al que es preciso dar salida, ya sea vendiéndolo o transformándolo en otros productos. Aunque para los fines de este trabajo no se tomará en cuenta este problema, debe señalarse la siguiente relación entre la capacidad y el capital:

Papel de diario (Toneladas por día)	Pasta al sulfato (Toneladas por día)	Capital total (Dólares)	Capital unitario invertido por tonelada diaria de papel de diario (Dólares)
500	100	6.600.000	13.000
1.000	200	9.200.000	9.200
1.500	300	12.000.000	8.000

Esta relación depende de la economía del procedimiento de recuperación química, y apenas la afectan las ventajas relativas de los métodos continuos o discontinuos de producción de pasta.

Existen, desde luego, otras dos posibilidades: 1) el empleo de pasta química comprada y 2) la fabricación de pasta semiquímica.

La primera no es sino un medio de aplazar los gastos de capital y en ningún caso constituye una medida económica. Más adelante se examina la segunda posibilidad, que puede constituir una solución satisfactoria.

d) Fábrica de papel

En los países exportadores de papel para diario, la fábrica de papel, propiamente dicha, es la que determina el tamaño de la empresa. De los medios de que se dispone para mezclar las pastas diluidas, fabricar el papel y preparar los rollos para su despacho, la máquina de papel misma es la que determina la capacidad diaria. Salvo en los casos de algunas máquinas de papel más anchas que las normales, construidas hacia 1930 —cuyo fracaso todavía perdura en el recuerdo de los industriales más tradicionales—, éstas han evolucionado en cuanto a ancho, velocidad y capacidad en la forma aproximada que a continuación se detalla.

Año	Ancho de la tela (Milímetros)	Velocidad (Metros por minuto)	Producción (Toneladas por día)
1920	4.000	250	65
1930	6.000	300	120
1940	6.000	400	160
1950	7.200	450	210
1954	7.200	550	250

La economía de una fábrica de papel aconseja instalar las máquinas papeleras por pares, para alcanzar eficiencia general máxima. Es habitual iniciar la producción sólo con una máquina, pero siempre que se procede así en una fábrica nueva, se proyecta instalar la otra lo antes posible. En el cuadro que sigue se muestra la influencia que sobre la inversión inicial en una fábrica de papel de diario ejerce la instalación de máquinas con diferentes capacidades nominales de producción.

Papel de diario (Toneladas por día)	Máquinas de papel (No./Ancho/Velocidad) (mm) (m/min)	Capital total (Dólares)	Capital unitario invertido por tonelada diaria de papel de diario (Dólares)
100	1/4.000/400	3.800.000	38.000
200	2/4.000/400	7.200.000	36.000
300	2/6.000/400	10.000.000	33.300
400	2/7.200/450	13.000.000	32.500
500	2/7.200/550	15.000.000	30.000

e) Servicios generales

Para mayor claridad, conviene reunir en un solo grupo el costo proveniente de la inversión en los equipos e instalaciones destinadas al manejo y almacenamiento de las materias primas y de los productos acabados; suministro de agua; generación y distribución de calor y vapor; oficinas y laboratorios; talleres y bodegas, y transportes y comunicaciones.

Aunque la inversión de estos servicios generales varía mucho de acuerdo con las características de cada región o la ubicación, una fábrica nueva norteamericana típica probablemente tendrá que hacer frente a inversiones del orden de magnitud siguiente:

Papel de diario (Tonelada por día)	Capital total (Dólares)	Capital unitario invertido por tonelada diaria de papel de diario (Dólares)
100	7.300.000	73.000
200	10.000.000	50.000
300	11.800.000	39.000
400	13.400.000	33.500
500	15.000.000	30.000

f) Inversión total en la instalación

En resumen, la inversión en fábricas nuevas construidas en lugares adecuados, a base de emplear maderas de coníferas apropiadas para producir pastas mecánicas y al sulfito, y que cuenten con energía hidroeléctrica proveniente de una empresa de servicio público, es aproximadamente la que sigue:

Rubro	Capacidad diaria en toneladas de papel de diario				
	100	200	300	400	500
Fábrica de pasta mecánica	1.800	3.000	3.900	4.800	5.800
Fábrica de pasta química	1.100	1.800	2.300	2.800	3.200
Fábrica de papel	3.800	7.200	10.000	13.000	15.000
Servicios generales	7.300	10.000	11.000	13.400	15.000
Capital total invertido en las instalaciones	14.000	22.000	28.000	34.000	39.000
Capital invertido por tonelada diaria de papel para periódico	140	110	93	85	78

El gráfico 1 muestra la importancia relativa de las inversiones en estas fábricas.

Es considerable la influencia de la inversión en los servicios generales, sobre todo en las fábricas pequeñas. Es evidente asimismo que el compartir dichos servicios generales con una actividad ya existente, o el aprovechar alguna circunstancia especial de un lugar determinado, puede ejercer una influencia apreciable en la inversión en una planta nueva.

g) *Cargos fijos derivados de la inversión*

A continuación se especifica el capital total necesario para instalar y explotar fábricas nuevas de papel de diario, de diferentes capacidades:

Rubro	Capacidad diaria en toneladas				
	100	200	300	400	500
Capital total invertido en la fábrica	14.000	22.000	28.000	34.000	39.000
Capital de trabajo	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Inversión total	15.000	24.000	31.000	38.000	44.000
Inversión por unidad	150	120	103	95	88

Los fabricantes de papel en América del Norte deberían percibir un ingreso bruto aproximado del 20 por ciento del capital invertido para cubrir los intereses sobre los préstamos, la depreciación hasta el límite permitido por las leyes del impuesto sobre la renta, el seguro, el impuesto sobre bienes raíces, los pequeños y frecuentes gastos de capital, el impuesto sobre la renta e, incluso, pagar a los accionistas un dividendo que corrientemente se estima en un 6 por ciento. Con esta base, el total de los cargos fijos a la producción en fábricas de diferentes capacidades es el siguiente:

Capacidad diaria (Toneladas por día)	Cargos fijos por tonelada de papel de diario (Dólares)
100	71
200	56
300	49
400	44
500	41

El total de estos cargos fijos por tonelada en el sur de América del Norte, es algo inferior que en el noreste y noroeste. En la Europa septentrional suelen ser, en general, más bajos que en el conjunto de América del Norte, pero también es más limitada la posibilidad de subsistencia de las fábricas de gran tamaño. En ambas regiones, por supuesto, hay muchas posibilidades de aumentar la capacidad de las fábricas de papel de diario modernizando y efectuando ampliaciones con inversiones unitarias inferiores. A esta razón obedece la política seguida después de la segunda guerra mundial para obtener capacidades adicionales al preferir la modernización de las fábricas existentes o la construcción de otras nuevas.

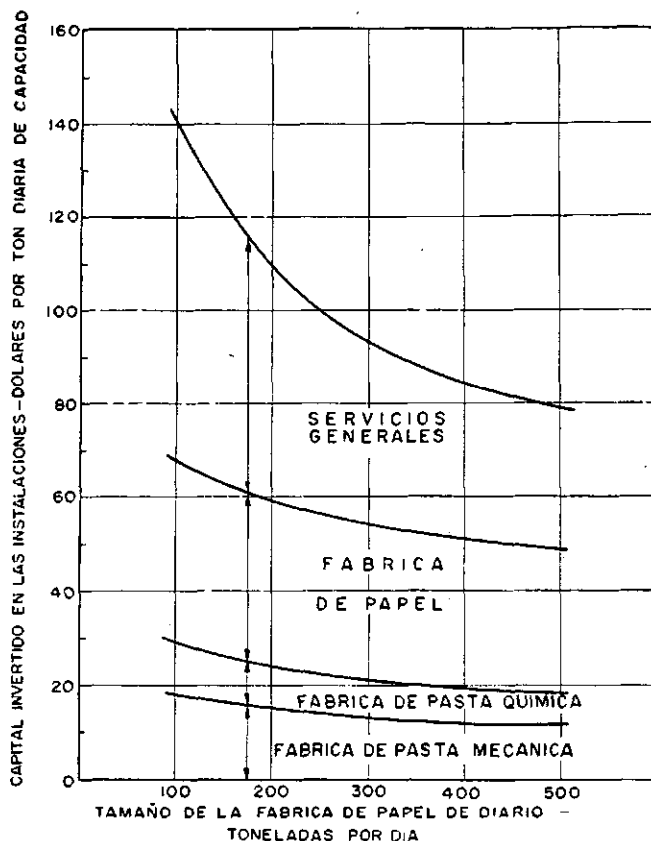
2. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y UTILIDADES

a) *Costos variables directos de fabricación*

Entre los costos variables directos de producción, el fabricante puede controlar más o menos bien el de la madera para pasta; el de la energía eléctrica también está algunas veces bajo su dominio, pero los costos de los productos químicos, de los materiales auxiliares y del combustible, los determina exclusivamente el mercado que tienen esos productos. Al calcular los costos de la madera para pasta y de la energía eléctrica se debe suponer que tanto el pro-

Gráfico 1

COSTOS UNITARIOS DE INVERSION EN FABRICAS DE PAPEL DE DIARIO DE DIVERSOS TAMAÑOS



pietario de los bosques como el productor de la energía y el fabricante de papel de diario trabajan con independencia, aun cuando todo pertenezca a o sea controlado por una sola entidad. De este modo y empleando los precios o tarifas usuales del mercado de las regiones de América del Norte en las cuales se fabrica o se proyecta fabricar la mayor parte del papel de diario, se pueden calcular los siguientes costos directos, con independencia de la capacidad de la fábrica.

Rubro	Unidad	Costo unitario (Dólares)	Costo por tonelada de papel de diario (Dólares)
Madera para pasta	Metro cúbico	7,50	25
Materiales y abastecimientos	—	—	10
Energía eléctrica	KWH	0,004	5
Combustible	Millón kcal.	1,75	5
Total de costos variables directos de fabricación			45

Para calcular el costo del combustible se ha tomado en cuenta la cantidad de calor aprovechable contenida en el vapor generado por el combustible en una caldera de tipo corriente.

b) *Costos directos relativamente fijos*

Tanto el costo de la mano de obra como el de su dirección y supervisión dependerán del tamaño de la empresa. Los siguientes costos unitarios reflejan las condiciones típicas de América del Norte:

Papel de diario (Toneladas diarias)	Costo por día (Dólares)	Costo por tonelada de papel de diario (Dólares)
100	2,800	28
200	5,000	25
300	6,900	23
400	8,600	21
500	10,000	20

c) Costo total

En resumen, en las fábricas nuevas de América del Norte, la suma de los cargos fijos y de los costos directos de fabricación es, aproximadamente, la que indica el cuadro siguiente:

Papel de diario (Toneladas por día)	Cargos fijos (Dólares)	Costos directos variables (Dólares por tonelada)	Costos relativos fijos (Dólares por tonelada)	Total
100	71	45	28	144
200	56	45	25	126
300	49	45	23	117
400	44	45	21	110
500	41	45	20	106

En la práctica los costos de una fábrica nueva construida en el noreste resultarán ligeramente superiores a los indicados en el cuadro; por el contrario, los de una instalación nueva en el sur o en el noroeste serán algo más bajos.

d) Precios de venta

Para los fines que persigue este trabajo se puede suponer que las variaciones experimentadas por el precio del papel de diario durante los últimos treinta años sólo tienen un interés histórico y que el precio es estable en las condiciones económicas actuales. Salvo algunas excepciones de importancia, el precio del papel de diario en América del Norte se fija puesto en el puerto de Nueva York, con un recargo por concepto de flete. De este precio puede deducirse fácilmente el precio puesto en fábrica. Siempre que una fábrica no dependa de mercados muy distantes, se puede suponer que —después de tener en cuenta un cierto margen para el flete y los costos de venta—, la fábrica debe vender su producto a un precio cercano a 125 dólares por tonelada.

e) Márgenes de utilidad

De lo que antecede se desprende que se puede establecer una comparación entre los costos totales (incluyendo la utilidad normal con que cuentan los inversionistas) y los precios netos de venta. Como es necesario atribuir cierta importancia a la intensidad de utilización de la capacidad instalada de las fábricas, en el gráfico 2 se comparan los precios de venta con los costos totales de fabricación según tres niveles de utilización.

La ventaja de las fábricas de gran tamaño es evidente si se considera que las fábricas exportadoras de papel de

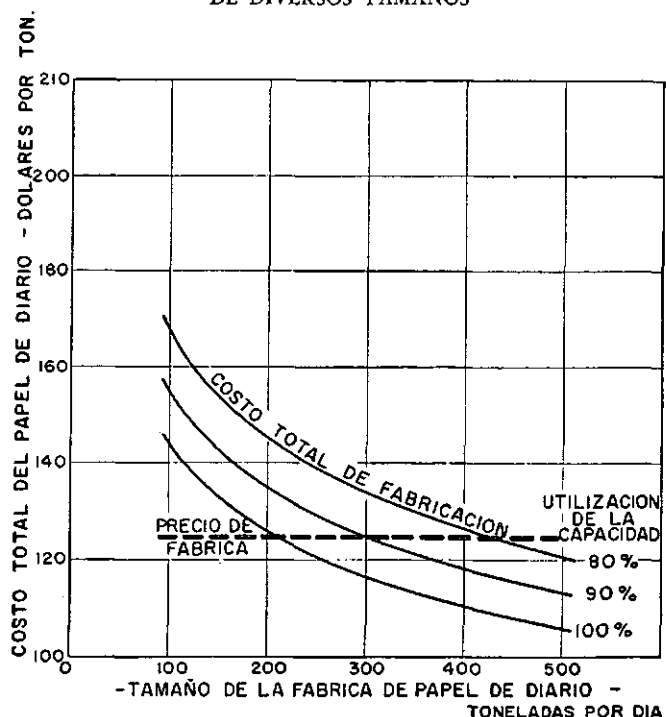
diario deben estar en condiciones de hacer frente a los períodos durante los cuales son escasas las ventas.

3. RESUMEN DE LA SITUACIÓN EN AMÉRICA DEL NORTE

De acuerdo con las bases indicadas, es indudable que en América del Norte, con los sistemas habituales de fabricación de papel de diario, sólo las plantas de capacidad bastante grande pueden producirlo en forma económica. La situación es casi la misma en la Europa septentrional, si bien es cierto que en ambas regiones la manera más económica de aumentar la capacidad consiste en modernizar o ampliar las fábricas existentes. Entre las circunstancias que han originado esta situación pueden mencionarse las siguientes: 1) un mercado amplio y estable, sometido a la competencia; 2) abundancia de maderas de coníferas de alta calidad, en lo referente a la fabricación de papel; 3) energía hidroeléctrica barata; 4) combustible barato proveniente de diversas fuentes competidoras; 5) mano de obra dotada de cierto grado de educación general, capacitación y buenas condiciones físicas; 6) dirección industrial y técnica idónea en condiciones económicas y políticas estables, y 7) la existencia en ese medio de sistemas avanzados de producción, comunicación y transporte.

Gráfico 2

COMPARACION ANTE EL PRECIO DE VENTA Y LOS COSTOS DEL PAPEL DE DIARIO, EN FABRICAS NORTEAMERICANAS DE DIVERSOS TAMAÑOS



C) CONDICIONES EN AMÉRICA LATINA

1. CIRCUNSTANCIAS ECONÓMICAS GENERALES

a) Mercados

En comparación con otras regiones más desarrolladas, los mercados latinoamericanos de papel de diario son relativamente reducidos. Hacia 1960, dentro de ciertas condiciones

de libre comercio (por ejemplo, sin restricciones de control de cambios), el consumo máximo de cualquier país podría llegar a las 1.200 toneladas por día; en toda América Latina alcanzaría a 3 mil toneladas diarias.

Los precios del mercado son bastante más altos porque se basan principalmente en los de América del Norte recar-

gados por concepto de transporte y otros gastos similares. En ciertos casos específicos se ha calculado un precio de venta neto de 160 dólares por tonelada métrica, cifra razonable de acuerdo con los propósitos de este trabajo, aunque desde diversos puntos de vista pueden justificarse variaciones de importancia en el precio indicado.

En cuanto a la calidad del papel de diario que se exige en América Latina, se puede afirmar sin temor a error que corresponde a la segunda definición, de carácter más fundamental, dada al comienzo de este trabajo, por lo cual se seleccionan las materias primas y los procedimientos de fabricación con mayor amplitud que en otros casos.

b) *Materias primas*

Con excepción de las coníferas en Chile y los pinos de Paraná en la meseta central del sur brasileño, los bosques de América Latina no contienen especies adecuadas para la fabricación económica del papel de diario mediante los métodos establecidos en América del Norte y en la Europa septentrional. En varias regiones del continente, existen, sin embargo, extensos bosques con especies que presentan cualidades técnicas muy interesantes. Aunque los residuos agrícolas también ofrecen posibilidades en este terreno, están lejos de satisfacer los requisitos económicos, incluso en las condiciones más favorables. En consecuencia, la estructura de los costos desarrollada en América del Norte, podría modificarse en América Latina en la mayoría de los casos por las exigencias de los nuevos procedimientos, lo cual originará probablemente costos más altos y no más bajos, por lo menos en las fábricas de mayor capacidad.

c) *Energía*

Con algunas excepciones de importancia, el combustible y la energía eléctrica son escasos y caros en toda América Latina, y muy especialmente en las regiones dotadas de mejores materias primas. En una cierta región de importancia, los costos del calor y de la energía son tres veces superiores a los de América del Norte. Agréguese a lo anterior que el deseo de mejorar las condiciones de vida en América Latina ha originado tanta demanda que en la actualidad es imposible financiar nuevos abastecimientos de combustible y energía eléctrica y, por consiguiente, muy raras veces puede satisfacerse la considerable demanda que exige la industria de papel de diario. En consecuencia, es fácil deducir que los procedimientos de fabricación empleados con éxito en América del Norte pierden sus ventajas en América Latina e incluso distorsionan la estructura tradicional de los costos.

d) *Transporte*

En relación con el transporte en América Latina, pueden señalarse dos consideraciones importantes de carácter general:

1) Si bien los mercados importantes se hallan al alcance de los transportes marítimos —factor que favorece las importaciones de papel de diario desde el hemisferio norte—, los bosques continentales no están situados tan favorablemente respecto a los mercados importantes o al transporte marítimo, hecho que propende a disminuir los precios netos de venta de las fábricas en mayor medida de la que deberían indicar los precios en las zonas metropolitanas.

2) Las comunicaciones marítimas y terrestres actuales no favorecen el transporte de papel de diario entre los países de América Latina.

En consecuencia, la proximidad de los mercados limita el tamaño de las fábricas.

e) *Mano de obra*

En general, la mano de obra es abundante y los salarios son comparativamente bajos en casi todos los países latinoamericanos. Por otra parte, los obreros industriales no son calificados, como es lógico que suceda en países en que hasta hace poco se daba mayor importancia a la agricultura y a la venta de materias primas. Por lo tanto, la productividad es baja, se señalan ciertos límites en el empleo de instalaciones muy avanzadas técnicamente y no se pueden aplicar íntegramente algunas de las prácticas de uso normal en América del Norte. Esta situación gravita sobre la programación del desarrollo industrial más que sobre el perfeccionamiento que ésta puede alcanzar, porque siempre se puede capacitar a la mano de obra.

f) *Capital*

En general, en América Latina los capitales nacionales son escasos y los capitales privados extranjeros no se consiguen con facilidad, por lo cual son más elevados los dividendos. En algunos casos los dividendos inferiores al 15 por ciento no atraen a los inversionistas privados. Por otra parte, los impuestos sobre los ingresos de las sociedades son relativamente bajos, especialmente cuando se trata de industrias nuevas de utilidad pública.

2. COSTOS Y UTILIDADES

a) *Supuestos*

Para simplificar el análisis que sigue se supondrá una fábrica hipotética de papel de diario situada en América Latina, que se abastece con materias primas adecuadas para producir pasta de acuerdo con métodos más o menos convencionales y que, por su emplazamiento, puede cubrir las necesidades de los mercados metropolitanos más grandes.

b) *Precios de venta*

En estas circunstancias, se supone que la fábrica estará en condiciones de vender toda su producción al precio neto de 160 dólares la tonelada métrica.

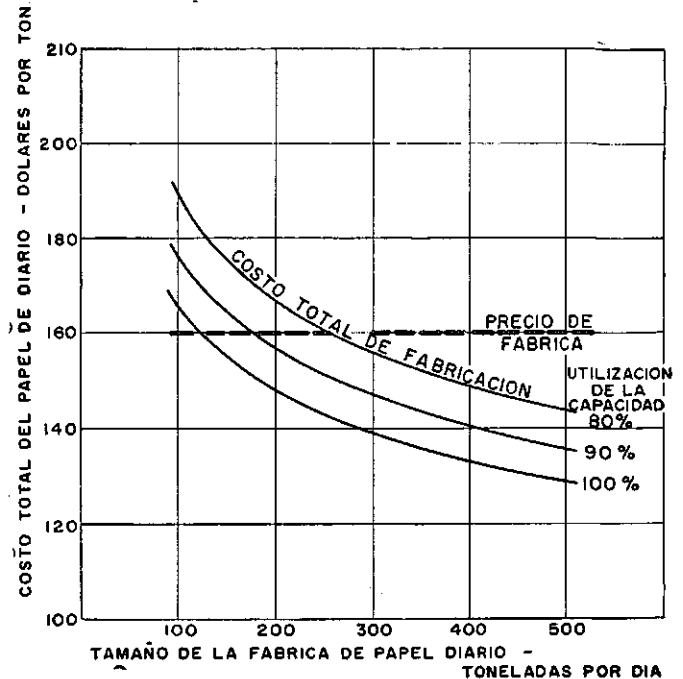
c) *Cargos fijos*

Dadas las condiciones supuestas, se verá que el capital necesario para la construcción de una fábrica de papel de diario en América Latina apenas diferirá, en su conjunto, de la experiencia normal de América del Norte. Los beneficios del uso de equipo europeo menos costoso se compensarán con los mayores costos de transporte de dicho equipo. La mano de obra más barata en la construcción se compensará desfavorablemente por un ritmo más lento en el trabajo y las necesidades de alojamiento, caminos y otros medios indispensables, que no es forzoso habilitar en América del Norte.

En cuanto a los cargos fijos, se puede suponer que es aplicable en América Latina la misma tasa de utilidad bruta sobre el capital invertido que en América del Norte, y que los impuestos más bajos equilibran la mayor cuantía de los dividendos. En este supuesto, los cargos fijos de producción en fábricas de diversos tamaños serán los siguientes:

Gráfico 3

COMPARACION ENTRE EL PRECIO DE VENTA Y LOS COSTOS DEL PAPEL DE DIARIO, EN FABRICAS LATINOAMERICANAS DE DIVERSOS TAMAÑOS



Si bien es cierto que, en cuanto al tamaño de las fábricas, la economía se inclina en América Latina en favor de las fábricas de mayor tamaño, como sucede en todas partes, los elevados precios de venta hacen posible establecer fábricas pequeñas, lo cual no permite, sin embargo, considerar una capacidad diaria muy inferior a 300 toneladas, a menos que la instalación forme parte de una operación integrada, o que se trate de una localidad determinada que presente alguna gran ventaja —por ejemplo, la proximidad a una fuente de abastecimiento de energía y de combustible baratos.

3. POSIBILIDADES DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE PAPEL DE DIARIO

a) Tamaño de las fábricas

Con relación a la manufactura del papel de diario en América Latina mediante los métodos usuales, se puede afirmar lo siguiente:

1) La instalación de una fábrica independiente, con dos máquinas papeleras y una capacidad diaria apenas algo inferior a 300 toneladas, se justifica en aquellas regiones en que se pueden obtener cantidades suficientes de madera para pasta y esté asegurada la venta de toda la producción.

2) La instalación de una fábrica independiente, que por su menor tamaño se ajuste a las condiciones del mercado o de la madera para pasta, debe justificarse por alguna circunstancia ventajosa del lugar escogido.

3) Cuando las fábricas de menor tamaño están indicadas por razones de pequeñez del mercado y siempre que no existan limitaciones en el aprovisionamiento de madera, es necesario integrar la fabricación de papel con la elaboración de otros productos de la pasta, del papel o forestales.

Capacidad diaria (Toneladas)	Cargos fijos por tonelada (Dólares)
100	71
200	56
300	49
400	44
500	41

d) Costos de fabricación

Aunque el costo de la madera para pasta varía de un lugar a otro y en algunos casos aislados puede parecer muy bajo, especialmente donde todavía no existe un mercado importante para dicha madera, no se puede decir que los costos medios en América Latina sean inferiores a los de América del Norte. Se estima típico de una determinada región latinoamericana un costo de 7,50 dólares por metro cúbico sólido de madera.

De acuerdo con estos datos y con otras relaciones de costo, los costos directos variables de fabricación en una fábrica hipotética situada en América Latina, pueden expresarse en la siguiente forma:

Rubro	Unidad	Costo unitario (Dólares)	Costo por tonelada de papel de diario (Dólares)
Madera para pasta	Metro cúbico	7,50	25
Materiales y abastecimientos	—	—	15
Energía eléctrica	KWH	0,0125	15
Combustible	Millón kcal	5,30	15
Total de los costos directos variables			70

Los costos relativamente fijos de la mano de obra y de su administración y supervisión, inferiores en América Latina, se contrarrestan en cierto modo por la menor productividad y los gastos más elevados por concepto de previsión social. En definitiva, estos costos serían más bajos que en América del Norte y podrían representarse con las cifras siguientes:

Papel de diario (Toneladas por día)	Costo por día (Dólares)	Costo por tonelada de papel de diario (Dólares)
100	2,500	25
200	4,400	22
300	6,100	20
400	7,600	19
500	9,000	18

En resumen, la combinación de los cargos fijos y de los costos directos de producción en una fábrica hipotética de papel de diario, situada arbitrariamente en algún lugar de América Latina, sería más o menos la siguiente:

Papel de diario (Toneladas por día)	Cargos fijos (Dólares)	Costos directos variables (Dólares)	Costos relativamente fijos (Dólares)	Total (Dólares)
100	71	70	25	166
200	56	70	22	148
300	49	70	20	139
400	44	70	19	133
500	41	70	18	129

e) Capacidades de las fábricas

En el gráfico 3 se pueden comparar los costos totales y los precios netos de venta en una fábrica hipotética en América Latina, que funcione con diferentes porcentajes de utilización de su capacidad.

No obstante estas conclusiones, es evidente que la diferencia entre las condiciones de América Latina y las de América del Norte justifican alterar las técnicas normales, cambio que podría acarrear una modificación radical en la estructura económica. A continuación se estudian algunas de estas posibilidades.

b) Procedimientos

Se han realizado numerosas investigaciones relativas a los procedimientos de fabricación de pasta, con los siguientes objetivos principales:

- 1) reducir los costos unitarios de la instalación, especialmente en las fábricas de poca capacidad;
- 2) difundir el empleo de maderas de especies latifoliadas, sobre todo en las zonas carentes de coníferas.

Los procedimientos a que se ha hecho referencia comprenden, principalmente, los semiquímicos y los químico-mecánicos como el *chemigrounwood*. Si bien es cierto que entrañaría una importancia extraordinaria la obtención de buenos resultados al aplicarse dichos procedimientos en el noroeste de América del Norte y en Europa septentrional, tratándose de América Latina representarían un valor mucho mayor aún, debido a que:

- 1) tienden a disminuir los costos altos de los combustibles y la energía eléctrica, y
- 2) no estarían limitados por las especificaciones del papel un tanto rígidas a que deben ceñirse las fábricas de los países exportadores.

c) Calor y energía

La escasez y el costo elevado de combustible y energía eléctrica que se advierte en la mayoría de las localidades latinoamericanas acarrear mayores problemas que en América del Norte e incluso en Europa. La dificultad en que se hallan actualmente los servicios públicos o las empresas particulares para atender la creciente demanda de energía y la imposibilidad de abastecer a las fábricas de papel de diario que se instalen en lugares determinados por la situación de los bosques y de los mercados, puede imponer a las fábricas su autoabastecimiento de energía eléctrica. En consecuencia, la fabricación de papel de diario en América Latina requeriría una combinación equilibrada de procedimientos e instalaciones de servicio para alcanzar un alto grado de eficiencia y llegar a ser autosuficiente. Las fábricas de papel de diario de tipo común no ofrecen ninguna expectativa en este sentido.

d) Equipo

La estructura de los costos descrita en este trabajo es resultado de ciertas tendencias en la evolución del equipo de fabricación de papel y pasta, la mayoría de las cuales

obedece a la fórmula "economía en función del tamaño". Se ha señalado que las máquinas destinadas a fabricar papel de diario evolucionaron desde las angostas y lentas a las anchas y de gran velocidad. Si las exigencias del mercado o de las materias primas aconsejan instalar fábricas pequeñas, no es necesario, en absoluto, que la industria recurra nuevamente al empleo de las máquinas antiguas. Por otra parte, en su mayoría los equipos modernos han sido creados para satisfacer las necesidades de las fábricas grandes, lo que fuerza a las más pequeñas a emplear equipos inadecuados o a recurrir a modelos antiguos. En ambos casos se resiente la economía de las fábricas pequeñas. En consecuencia, si las pequeñas instalaciones son adecuadas para las condiciones predominantes en América Latina, es necesario diseñar nuevos equipos apropiados para estas fábricas, capítulo que rebasa los fines del presente trabajo.

e) Planeación de las fábricas

En una fábrica del tipo usual de papel de diario, el equipo de fabricación representa algo más de la mitad del capital invertido. Por consiguiente, la planeación de una fábrica no consiste sólo en la elección cuidadosa del equipo disponible en el mercado y su instalación en un grupo de edificios. En América Latina hay muchas oportunidades para hacer fábricas de diseño radicalmente nuevo, y en este terreno debe seguirse la misma tendencia renovadora que se observa en la arquitectura contemporánea del continente. Si se presta atención a las necesidades de las instalaciones pequeñas, podrían corregirse en cierto grado las deficiencias de la estructura de costos a que antes se hizo referencia, especialmente si la planeación de las fábricas conduce al aprovechamiento máximo de nuevos procedimientos y al equilibrio en las necesidades de calor y energía eléctrica.

4. RESUMEN DE LA SITUACIÓN EN AMÉRICA LATINA

a) A base de las técnicas usuales y de acuerdo con las condiciones supuestas en este trabajo, puede producirse en América Latina papel de diario en fábricas de menor tamaño que las de la parte norte del hemisferio. Sin embargo, las fábricas muy pequeñas que, por su tamaño, se ajustan a las condiciones de materias primas o a las del mercado, necesitan aprovechar alguna circunstancia especial o integrarse con otras fábricas para trabajar económicamente.

b) Por otra parte, las exigencias menos estrictas en la calidad del papel y el desarrollo de nuevos métodos adecuados para el tratamiento de las materias primas latinoamericanas, sugieren la posibilidad de establecer nuevos diseños de fábricas, equipos más adecuados a las capacidades pequeñas y un equilibrio entre el calor y la energía. La combinación de estos elementos puede superar, en cuanto a la estructura de costos, las deficiencias inherentes a las técnicas usuales hasta ahora en la fabricación de papel de diario.

D) CONCLUSION

Este trabajo se proponía dar a conocer los métodos habituales que se emplean en América del Norte en la fabricación de papel de diario y sentar ciertas bases para valorar los posibles adelantos propuestos para América Latina. La información contenida en estas páginas es suficientemente exacta para aplicarse a un caso hipotético medio que no se

ciña necesariamente a una situación específica dada. Se ha llegado a la conclusión principal de que las fábricas de papel de diario en América Latina no necesitan ser tan grandes como en los países exportadores, sobre todo si se emplean técnicas nuevas y se crean nuevos diseños.

EL EMPLEO, EN LA FABRICACION DE PAPEL DE DIARIO, DE PASTA BLANQUEADA A LA SODA CAUSTICA FRIA DERIVADA DE CIERTAS MEZCLAS DE ESPECIES LATIFOLIADAS LATINOAMERICANAS¹

G. H. Chidester y K. J. Brown

I. INTRODUCCIÓN

Para fabricar papel de diario con madera de coníferas se mezcla generalmente alrededor del 80 por ciento de pasta mecánica con 20 por ciento de pasta química, pero con la mayor parte de las especies latifoliadas no puede producirse papel de diario en la misma forma. Aun cuando algunas especies latifoliadas de baja densidad, como los álamos, permiten obtener pasta mecánica con suficiente resistencia como para poder utilizarla en proporción considerable en la mezcla, la que se obtiene de la mayor parte de ellas tiene una resistencia demasiado baja para tal objeto.

Además de los procedimientos al sulfato o a la soda, que permiten el uso de especies latifoliadas en la fabricación de pasta para papel de tipo revista, que podría emplearse como papel de diario, existen otros métodos para producir pasta de resistencia adecuada y de gran rendimiento, basados en un tratamiento químico suave, seguido de desfibración por medios mecánicos. Existen tres soluciones posibles, a saber: a) el procedimiento semiquímico al sulfito neutro; b) el procedimiento llamado *chemigroundwood*, y c) el procedimiento a la soda cáustica fría, que es el más moderno.

En el procedimiento semiquímico al sulfito neutro, las astillas de madera se tratan químicamente, a temperaturas y presiones altas, y se reducen a pasta generalmente en un desfibrador a disco.² Se obtienen rendimientos de 75 a 85 por ciento. En el método *chemigroundwood* la madera se trata químicamente, en forma similar, antes de desfibrarla de la manera habitual. El procedimiento a la soda cáustica fría, desarrollado en el Forest Products Laboratory³, consiste en tratar las astillas con soda cáustica a baja temperatura y a presión atmosférica, y en reducir las después a pasta en un desfibrador a disco. El rendimiento en pasta suele ser de 85 a 90 por ciento. En condiciones favorables se evita el uso de recipientes a vapor o a presión. Según algunos experimentos limitados realizados en el Forest Products Laboratory, el método a la soda cáustica fría podría adaptarse a un proceso de elaboración rápido y continuo. En uno de los experimentos, por ejemplo, las astillas y la soda cáustica se hicieron pasar por un molino consistente en un rodillo que gira dentro de un cilindro también giratorio, después de lo cual las astillas parcialmente trituradas fueron reducidas a fibra en un desfibrador a disco.

El procedimiento semiquímico ha sido difundido ampliamente en la industria de los Estados Unidos. La pasta así obtenida se emplea limitadamente en la fabricación de papel de diario. En una importante fábrica norteamericana la pasta *chemigroundwood* es elemento constitutivo del papel de diario. El procedimiento a la soda cáustica fría no ha progresado mucho en el aspecto comercial; no obstante, merece

tenerse en cuenta en la fabricación de papel de diario a base de maderas de especies latifoliadas por las posibilidades que ofrece en cuanto a bajo costo y reducidas inversiones. Se usa en una fábrica de Italia para hacer una pasta que parcialmente se emplea en papel de diario.

En una investigación reciente, realizada por el Forest Products Laboratory⁴, se demostró que para fabricar papel de diario de buena calidad, la pasta química de fibra larga y, en grado considerable, la pasta mecánica podían sustituir a las pastas preparadas con madera de *Populus deltoides* por los procedimientos semiquímico, *chemigroundwood* o a la soda cáustica fría. Algunas pruebas en pequeña escala para producir papel de diario con pasta a la soda cáustica fría dieron como resultado papeles de suficiente resistencia, pero de menor opacidad que la normal.

El Forest Products Laboratory hizo ensayos con el procedimiento a la soda cáustica y obtuvo resultados alentadores con algunas especies, entre las que cabe mencionar el álamo, el aliso rojo, el abedul y el ocozol (*Liquidambar styraciflua*). En cambio, otras especies, como el roble, no respondieron tan bien a ese tratamiento, ya que requirieron una concentración más alta de soda cáustica o una penetración forzada, y rindieron pasta de baja resistencia. En las pocas pruebas realizadas hasta el presente, la madera de coníferas tampoco ha producido resultados tan buenos como la de especies latifoliadas.

Además de las consideraciones respecto a la calidad del papel de diario fabricado con pasta de fibra corta, es importante tener en cuenta el factor de su comportamiento en la máquina de papel, sobre todo a altas velocidades. Aunque la resistencia en seco y el grado de desgote puedan ser adecuados, la resistencia de la hoja húmeda tiende a ser baja; esto puede provocar graves dificultades por las roturas en la sección húmeda de la máquina, lo que, en general, se hace más evidente a medida que aumenta la velocidad. Para evitar tales dificultades, sin aumentar el porcentaje de pasta de fibra larga, conviene usar rodillos de transferencia para ayudar a conducir el papel en la máquina, así como otros medios que eviten roturas.

En vista de las interesantes posibilidades indicadas para el empleo de la pasta a la soda cáustica fría en la fabricación de papel de diario, la CEPAL, conjuntamente con la FAO y la AAT, de las Naciones Unidas, pidió al Forest Products Laboratory que realizara experimentos con una mezcla de madera de ocho especies latifoliadas de Yucatán, México. Se hicieron pruebas similares con otra mezcla de cuatro especies de eucalipto de Brasil, para lo cual se contó con la colaboración de la United States Machinery Co., Inc. Los trabajos correspondientes se costearon con fondos aportados por las organizaciones citadas.

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L. 3.13.

² Semejante a un molino triturador a disco.

³ K. J. Brown y J. N. Mc Govern, *Paper Industry*, 35, N° 1, pp. 66-69 (abril de 1953).

⁴ Segundo informe sobre la marcha de los trabajos relativos a "La producción de papel de diario a base de especies latifoliadas, presentado por el Departamento de Comercio al Subcomité N° 5 del *Committee on the Judiciary*, de la Cámara de Representantes, pp. 55-56.

2. DESCRIPCIÓN DE LA MADERA USADA EN LOS ENSAYOS

Las ocho especies latifoliadas de Yucatán fueron recibidas sin descortezar. El diámetro medio de los troncos variaba entre 15 y 33 centímetros. (Véase cuadro 1.) La densidad de tales maderas variaba dentro del amplio margen de 288 a 641 kilogramos por metro cúbico, y la mezcla con partes iguales de ellas daba un promedio de densidad de 448 kilogramos por metro cúbico. Estas maderas fueron elegidas por su abundancia, por su composición química y por su adaptabilidad al procedimiento al sulfato.

Cuadro 1

PROPIEDADES FÍSICAS DE DIVERSAS ESPECIES LATIFOLIADAS LATINOAMERICANAS

País	M a d e r a		P r o p i e d a d e s		
	Nombre común	Nombre científico	Peso específico ^a	Densidad ^a (1 libra por pie cúbico)	Diámetro medio del tronco (cm.)
Yucatán (México)	Ramón	<i>Brosium alicastrum</i>	0,700	43,7	27,4
	Jujub	<i>Spondias mombin</i>	0,320	20,0	21,3
	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	0,289	18,0	33,0
	Tatsi	<i>Pisonia aculutea</i>	0,496	30,9	17,8
	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	0,365	22,8	26,2
	Kochle	<i>Cecropia obtusifolia</i>	0,341	21,3	19,8
	Pixoy	<i>Guzuma tomentosa</i>	0,493	30,8	20,6
	Huano	<i>Sabal japa</i>	0,533	33,3	16,5
Brasil	Eucalipto	<i>E. saligna</i>	0,585	36,5	9,9
	—	<i>E. tereticornis</i>	0,575	35,9	11,7
	—	<i>E. kirtonianana</i>	0,513	32,0	11,4
	—	<i>E. alba</i>	0,560	34,9	12,7

^a Peso de la madera secada al horno y volumen de la madera verde.

Los troncos de eucalipto brasileño fueron recibidos también sin descortezar. Tenían un diámetro promedio de 10 a 13 centímetros. La densidad de las cuatro especies de eucalipto variaban entre 512 y 577 kilogramos por metro cúbico y era similar a la del abedul papelero (*Betula papyrifera*).

Se descortezaron los troncos antes de convertirlos en astillas uniformes de $\frac{3}{8}$ de pulgada (16 milímetros), que antes de convertirlas en pasta fueron cribadas para eliminar el material que no tenía el tamaño requerido.

3. FABRICACIÓN DE PASTA MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO A LA SODA CÁUSTICA FRÍA

En todos los experimentos a la soda cáustica fría se emplearon mezclas que contenían pesos iguales de madera (exenta de humedad) de cada una de las especies de Yucatán y Brasil. Los tratamientos preliminares se hicieron en autoclaves de 14 litros de capacidad y se usaron dos kilogramos de astillas exentas de humedad. En seguida se recurrió a un digestor de volteo de 400 kilos de capacidad y que contenía 45 kilogramos de astillas, con el fin de obtener pasta suficiente para blanquear y fabricar papel.

Las astillas fueron maceradas a temperaturas de 24° a 47° C. por períodos de media hora a dos horas. La presión estática en el recipiente en que se las trataba fué variada de 1 a 11 atmósferas. En una de las pruebas se había extraído el aire de las astillas antes de la maceración.

Después del tratamiento a la soda cáustica, las astillas ablandadas se lavaron con agua y se sacaron del recipiente. Las que se utilizaron en ensayos en pequeña escala fueron reducidas a fibra en un desfibrador a disco rotatorio único

de 20 centímetros (8 pulgadas), y las sometidas a tratamiento en mayor escala, en un desfibrador de doble disco rotatorio de 91 centímetros (36 pulgadas).

Las pastas producidas fueron lavadas, muestreadas para estudiar su rendimiento y ensayadas para conocer sus propiedades físicas conforme a métodos usuales de la TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry).

4. EFECTOS DE LA CONCENTRACIÓN DEL HIDRÓXIDO DE SODIO

La mezcla de maderas yucatecas se sometió a un tratamiento de maceración a presión atmosférica por un término de dos horas, en el que la concentración química varió de 25 a 75 gramos por litro. Esto provocó en el rendimiento una reducción de 89,5 a 84,6 por ciento y en el consumo de soda cáustica un aumento de 5,5 a 8 por ciento. (Véase cuadro 2.) Se utilizaron productos químicos en igual proporción a la antes empleada para producir pasta a la soda cáustica fría a base de especies latifoliadas norteamericanas, pero el rendimiento fué relativamente menor, probablemente a causa de la pérdida mecánica de materias de pequeño volumen, como células radiales, parenquima y segmentos vasculares, que abundan en algunas de las maderas de Yucatán, especialmente el huano (*Sabal japa*).

La pasta de maderas yucatecas a la soda cáustica fría vió crecer su resistencia al aumentarse la concentración de la lejía empleada. (Véase cuadro 3.) Sin embargo, fué más baja la de las pastas del álamo temblón y el *Populus deltoides* preparadas a la soda cáustica y ensayadas antes.

Al aumentar la concentración de la soda cáustica de 50 a 100 gramos por litro en una serie de maceraciones a presión atmosférica de dos horas cada una, a que fué sometida la mezcla de eucalipto, el rendimiento en pasta disminuyó de 90 a 88,8 por ciento. (Véase cuadro 2.) El consumo de soda cáustica fué de 6 a 8 por ciento (basado en la madera exenta de humedad). Estos resultados son similares a los antes obtenidos con el procedimiento a la soda cáustica fría aplicado al ocozol de los Estados Unidos.

La densidad de la pasta de eucalipto a la soda cáustica fría creció con el aumento de la concentración química, y fué más densa la que se obtuvo a partir de 100 gramos por litro. Puesto que la voluminosidad es una característica importante de los papeles del tipo pasta mecánica, como el de diario, los tratamientos en mayor escala se llevaron a cabo empleando una concentración intermedia de 75 gramos por litro.

Para reducir las astillas de eucalipto ablandadas, a fibras, se necesitaron por tonelada de pasta exenta de humedad, 25,5 HP/días del desfibrador de 91 centímetros (36 pulgadas). (Véase cuadro 4.)

5. EFECTO DE LA PRESIÓN Y DEL VACÍO

Una presión hidrostática de 11 atmósferas aplicada a la solución en que estaban sumergidas las astillas de la mezcla de Yucatán permitió una mejor penetración de la lejía en media hora que la que se obtuvo en las dos horas de penetración natural a presión atmosférica. Al ser eliminado el aire de las astillas antes de la impregnación hidrostática, se logró una aceleración aun más marcada del movimiento de la lejía. Ilustra esto el hecho de que habiéndose usado como medida de la absorción del líquido el porcentaje de astillas que permanecía sumergido en agua después del tratamiento, ninguna de las astillas previamente evacuadas (No. 3014, cuadro 2) flotaba después del tratamiento, cuando que

Cuadro 2

CONDICIONES Y RESULTADOS DE LA ELABORACION DE PASTA A LA SODA CAUSTICA FRIA, CON MEZCLAS DE MADERAS DE ESPECIES LATIFOLIADAS LATINOAMERICANAS

Tratamiento N°	M a d e r a	Tempera- tura (Atmósferas)	Tiempo total (horas)	Presión de tratamiento (°C)	Hidróxido de sodio cargado		Hidróxido de sodio consu- mido: base madera origi- nal seca (Por ciento)	Rendimien- to de pasta (Por ciento)
					Concentra- ción de la so- lución (gr/litro)	Base maderas original se- ca (Por ciento)		
Mezclas latinoamericanas								
3018	Mezcla de Yucatán ^a	I	2,0	24	25	12,5	5,5	89,5
3017	idem	I	2,0	26	50	25,0	6,8	86,7
3009	idem	I	2,0	26	75	37,5	8,0	84,6
4122, 4123, 4125 y 4127	idem	II ^b	2,0	30	75	54,8	8,2	85,9
3011	idem	II	0,5	23	50	45,4	5,5	85,9
3014	idem	II ^c	0,5	26	50	45,4	5,3	84,0
3074	idem	II	0,5	47	50	43,7	8,1	85,5
2530	Mezcla de eucalipto ^d	I	2,0	21	50	23,8	6,8	90,9
2531, 4062 y 4063	idem	I	2,0	28	75	34,9	6,7	89,5
2532	idem	I	2,0	24	100	45,8	8,3	88,8
Especies latifoliadas de los Estados Unidos								
2968, 2969 y 2970	Alamo temblón (<i>aspen</i>)	I	2,0	25	50	35,5	7,5	90,0
4118	Alamo oriental (<i>cotton wood</i>)	I	2,0	30	45	24,0	7,5	91,3

^a Mezcla que contiene partes iguales por peso (base seca) de: ramón, jujub, ceiba, tasi, chaca, kochle, pixoy y guano.^b ½ hora a 11 atmósferas, más 1½ horas a presión gradualmente reducida a 7 atmósferas.^c Precedido por el tratamiento de astillas al vacío de menos de 67,3 cm. (26,5 pulgadas).^d Mezcla que contiene partes iguales por peso (base seca) de: *E. saligna*, *E. kirtomiana*, *E. tereticornis* y *E. alba*.

un 66 por ciento de las tratadas a presión atmosférica (No. 3009, cuadro 2) lo hacían.

La pasta sometida a penetración artificial durante media hora tenía tanta resistencia como la de la pasta remojada en condiciones naturales durante dos horas, pero no más que la de ésta (cuadro 3). Ello indica que, aun cuando el reactivo había penetrado hasta el centro de las astillas en 30 minutos por efecto de la presión, ese lapso no era suficiente para que se produjera la reacción química deseada. Por eso, y a falta de oportunidad para estudiar las posibilidades del tratamiento a presión atmosférica, el tratamiento en mayor escala fué de dos horas de duración y en la primera media hora se aplicó a la solución una presión de 11 atmósfera para asegurar la completa penetración. Como la

pasta era muy voluminosa, la concentración del líquido usado para obtener la máxima resistencia de la pasta fué de 75 gramos por litro.

Se necesitó una cantidad de energía moderada para desfibrar en una pasada a través del desfibrador de 91 centímetros las astillas de madera de Yucatán ablandadas a la soda cáustica fría (cuadro 4). Dos de las clases de pasta elaborada se trataron de nuevo en el desfibrador para aumentar su densidad y resistencia. En la segunda pasada se empleó mayor cantidad de energía a causa de la baja eficiencia de la operación. Esta dificultad se solucionaría en la práctica industrial efectuando la refinación a mayor consistencia de la que fué posible en estos ensayos.

Cuadro 3

PROPIEDADES DE RESISTENCIA^a DE PASTAS A LA SODA CAUSTICA FRIA NO BLANQUEADAS LATINOAMERICANAS A UN GRADO DE DESGOTE DE 250 MILILITROS (S.C.F.)

Tratamiento No.	M a d e r a	Rendimiento de pasta (Por ciento)	Resistencia al re- ventamiento (Pts. por lb. por rm. ^b)	Resistencia al desgarramiento (Gm. por lb. por rm. ^b)	Resistencia a la tensión: longi- tud de ruptura (m.)	Resistencia al plegado (Plegado doble)	Densidad (g/cc.)
Mezclas latinoamericanas							
3018	Mezcla de Yucatán	89,5	0,25	0,68	2.800	2	0,43
3017	idem	86,7	0,35	0,75	3.600	6	0,50
3009	idem	84,6	0,42	0,81	4.200	7	0,52
4122/4123	idem	85,2	0,50	0,80	5.000	15	0,54
4127 ^c	idem	86,9	0,31	0,71	3.260	3	0,50
3014	idem	84,0	0,32	0,75	3.550	5	0,49
Especies latifoliadas de los Estados Unidos							
2968, 2969 y 2970	Alamo temblón (<i>aspen</i>)	90,0	0,72	0,76	6.750	165	0,67
4118	Alamo orient. (<i>cotton wood</i>)	91,3	0,54	0,95	5.150	34	0,63

^a Las pastas fueron tratadas en pilas refinadoras de ensayo de 1,5 libras, salvo indicación en contrario.^b Resma de 500 hojas 25 X 40 pulgadas.^c Refinadas a un grado de desgote de 250 mililitros en un desfibrador a discos de 36 pulgadas.

Cuadro 4

CONDICIONES Y RESULTADOS DE LA REDUCCION A FIBRAS DE PASTAS A LA SODA CAUSTICA FRIA LATINOAMERICANAS

Prueba de fábrica N°	N° de tratamiento	Material	Energía de reducción a fibras			Grado de desgote de la pasta S. C. F. (ml.)
			Primera pasada (HP-días /ton.)	Segunda pasada (HP-días /ton.)	Total (HP-días /ton.)	
1008	4122, 4123	Mezcla de Yucatán.	30,9	..	30,9	400
1009	4125	idem	6,8	45,7	52,5	270
1012	4127	idem	21,2	25,2	46,4	250
944	4062, 4063	Mezcla de eucalipto. . . . .	..	..	25,5 ^a	500

^a Energía consumida en dos pasadas.

6. EFECTO DE LA TEMPERATURA

Al aumentar la temperatura de la solución de soda cáustica, desde la temperatura ambiente hasta 47° C., aumentó también el grado de penetración del licor y fué posible obtener astillas más suaves de la mezcla de madera de Yucatán (N° 3074, cuadro 2). Sin embargo, la pasta era de color más oscuro, y probablemente hubiera sido más difícil de blanquear.

7. EXPERIMENTOS DE BLANQUEO

La totalidad de las pastas latinoamericanas a la soda cáustica fría, sin blanquear, eran de color marrón claro y su grado de blancura variaba entre el 32 y el 37 por ciento, lo que es demasiado bajo para fabricar papel de diario.

La pasta se blanqueó mediante un procedimiento en una sola etapa con hipoclorito de calcio. En experimentos anteriores con la pasta a la soda fría, preparada con especies latifoliadas de las zonas templadas, se había demostrado que el hipoclorito de calcio era más eficaz que otros agentes blanqueadores corrientemente empleados para tratar la pasta mecánica. La cantidad de reactivo utilizado fluctuaba entre el 10 y el 15 por ciento, calculada como cloro activo por unidad de peso de pasta sin humedad. En el cuadro 5 se describen otras condiciones de blanqueo. El grado de blancura de la pasta blanqueada variaba entre 56,6 y 69,2 por ciento.

La pérdida en rendimiento de pasta durante el blanqueo era del 2 por ciento como término medio, sobre el peso de la madera original exenta de humedad. El blanqueo modificó

muy poco la resistencia, densidad y grado de desgote de la pasta. La reducción del grado de desgote en una pila refinadora de laboratorio de 430 a 250 milímetros, no produjo cambio en la opacidad de la pasta blanqueada preparada con madera de Yucatán mediante el procedimiento a la soda cáustica fría.

8. CLASIFICACIÓN DE PASTA MEDIANTE DEPURADORES

La distribución de los distintos tamaños de fibra en la pasta a la soda fría blanqueada se determinó en ensayos de fraccionamiento empleando un clasificador Appleton. Comparada con pasta mecánica común de coníferas (véase cuadro 6), la pasta a la soda fría contenía menos materias gruesas y menos material en polvo, pero más fracciones intermedias. Al reducir el grado de desgote de la pasta a la soda fría de Yucatán (de 430 a 250 milímetros), disminuyó el índice de longitud de fibra (de 0,131 a 0,100).

Los índices de longitud de fibra de la pasta a la soda fría de maderas de fibra corta son similares a los de la pasta mecánica fabricada con madera de fibra larga. Esto demostró que el tratamiento a la soda cáustica fría había contribuido a conservar la longitud de fibra durante el procedimiento de desfibración. El tratamiento químico dió como resultado también una pasta con más sólida trabazón entre las fibras, como quedó demostrado por la mayor resistencia de la pasta a la soda fría, en comparación con la pasta mecánica de coníferas, (véase cuadro 6.)

El índice de longitud de fibra de la pasta latinoamericana era más bajo que el de la pasta a la soda fría, blanqueada,

Cuadro 5

BLANQUEO DE PASTAS A LA SODA CAUSTICA FRIA EN UNA SOLA ETAPA CON HIPOCLORITO DE CALCIO

Blanqueo N°	Tratamiento N°	Especies	Cloro activo ^a en forma de hipoclorito de calcio (Por-ciento)	Consistencia (Por-ciento)	Temperatura (°C)	Duración (Min.)	pH ^b		Blancura (Equivalencia G.E.)	
							Inicial	Final	Original (Por-ciento)	Final (Por-ciento)
<i>Mezclas latinoamericanas</i>										
3062	4127	Mezcla de Yucatán.	10,0	10,0	37	60	11,6	10,1	37,1	56,6
3065	4127	idem	12,0	8,9	37	80	11,1	10,0	37,1	61,4
3063	4127	idem	12,5	10,0	38	85	11,6	9,5	37,1	62,1
2968	4122, 4123	idem	15,0	9,3	38	60	11,3	9,3	32,3	64,4
3064	4127	idem	15,0	10,0	37	120	11,7	9,3	37,1	67,0
2374	4062, 4063	Mezcla de eucalipto.	15,0	8,6	37	120	11,5	9,2	34,2	69,2
<i>Especies latifoliadas de los Estados Unidos</i>										
2250	4035	Alamo temblón (Populus tremulus)	10,0	7,0	35	90	11,1	9,1	48,6	69,8

^a Los porcentos se basan en el peso de pasta seca sin blanquear.

^b Hidróxido de sodio agregado según la necesidad para mantener el pH dentro de la variación demostrada.

obtenida del álamo temblón (cuadro 6) con el mismo grado de desgote. Este hecho, sumado a los datos de resistencia, reveló que la separación de fibras durante la operación de desfibración no fué tan satisfactoria para las maderas ensayadas en este estudio.

9. EXPERIMENTOS EN MATERIA DE FABRICACIÓN DE PAPEL

En una máquina de papel Fourdrinier de tipo experimental, de 30,5 centímetros de ancho, se fabricó papel de diario de un peso tipo de 52 gramos por metro cuadrado (37 libras por resma de 500 pliegos de 25 por 40 pulgadas), empleando pasta latinoamericana a la soda cáustica fría, blanqueada. Se efectuaron ocho pruebas con la máquina de papel. En el cuadro 7 se indican los materiales de carga empleados, el grado de desgote de la pasta en la caja de entrada y la propiedad de las hojas.

La pasta a la soda fría se refinó ligeramente durante 5 a 10 minutos antes de fabricar papel. El pH se redujo a 6,0 con ácido sulfúrico y a 5,0 con alumbre. Estas condiciones se mantuvieron constantes en todas las pruebas. En dos de éstas se agregó 15 por ciento de arcilla a la pasta en la pila refinadora. Se realizaron dos ensayos con 30 y 40 por ciento de pasta mecánica común hecha con una mezcla de abeto y álamo temblón agregada a la pasta a la soda fría preparada con madera de Yucatán. Otra prueba se efectuó con 20 por ciento de pasta al sulfato, semiblanqueada, preparada con madera de pino del sur. La pasta al sulfato fué refinada durante 35 minutos hasta un grado de desgote de 515 mililitros.

No se presentaron graves inconvenientes durante las pruebas en la máquina de papel. La resistencia de la hoja mojada fué entre regular y buena en las pruebas que se realizaron con 100 por ciento de pasta a la soda fría de maderas de Yucatán. La hoja tendía a adherirse a los rodillos de la primera prensa. Las pastas que contenían arcilla y pasta mecánica tenían deficiente resistencia en húmedo, mientras que la que tenía pasta al sulfato revelaba muy buena resistencia en húmedo y no se adhería a los rodillos de la prensa.

La resistencia en húmedo de la pasta a la soda fría de eucalipto fué limitada, de modo que hubo que emplear un

filtro recogedor para levantar la hoja de la tela. También hubo cierta adherencia en la primera prensa.

La formación de la hoja fué uniforme en todos los tipos de papel. Los fabricados con pasta a la soda fría de madera de Yucatán, que fué desfibrada hasta llegar a un grado de desgote de 430 mililitros, contenía algunas pequeñas astillas (Números 4305, 4306, 4307 y 4308). Los papeles hechos con la pasta de madera de Yucatán, que se había refinado a un menor grado de desgote, de 250 mililitros (Números 4351, 4352 y 4353), tenían muy buen aspecto y muy pocas astillas. Se pensó que la presencia de astillas en la pasta se debía en parte a la incompleta desfibración de los trozos de madera de ramón (*Brosium allicastrum*), que se mantuvieron duros después del tratamiento con soda cáustica.

La resistencia de todos los tipos de papel experimental, que contenían 100 por ciento de pasta a la soda fría, era igual o superior a la del papel de diario común empleado como norma comparativa (cuadro 7). La opacidad se mantenía dentro de un margen bajo, de 78,4 a 81,1 por ciento. Al agregar arcilla o pasta mecánica a la pasta de madera de Yucatán, aumentó la opacidad hasta 87,6 por ciento, valor ligeramente inferior a 88 por ciento, considerado como el mínimo permisible para el mercado de los Estados Unidos.⁵

Todos los tipos de papel de experimentación eran más voluminosos y porosos que el papel de diario común, aun cuando se aplicó una presión máxima en la sección de la prensa húmeda para tratar de disminuir su volumen. El papel de mejor calidad, desde el punto de vista del de diario, se preparó con 40 por ciento de pasta mecánica y 60 por ciento de pasta a la soda fría, blanqueada, hecha con maderas de Yucatán. La hoja que contenía el 20 por ciento de pasta al sulfato de madera de pino del sur tenía una resistencia muy satisfactoria, pero una baja opacidad, de 77,3 por ciento.

La blancura de los papeles experimentales —del 59,8 al 65,7 por ciento para los de madera yucateca y 69,8 para los de eucalipto— fué más elevada que el valor de 58 por ciento que generalmente caracteriza al papel de diario de tipo común.

⁵ *Op cit.*

Cuadro 6

CLASIFICACION POR DEPURACION Y PROPIEDADES DE RESISTENCIA DE LA PASTA A LA SODA FRIA BLANQUEADA

Blanqueo No.	Grado de desgote S.C.F. (Ml.)	Análisis de la depuración ^a					Índice de longitud de fibra	Propiedades de la hoja de prueba ^a		
		Fracción						Resistencia al		
		En malla 24	En malla 42	En malla 80	En malla 150	Excediendo malla 150		Reventamiento (Pts. por libra por resma ^b)	Desgarramiento (Gm. por libra por resma ^b)	(Gr/cc)
<i>Pastas de Yucatán a la soda cáustica fría</i>										
2968	430	1,1	15,6	48,4	9,1	25,8	0,131	0,28	0,91	0,44
3065	250	0,1	3,5	47,8	10,5	38,1	0,100	0,30	0,75	0,56
<i>Pastas de eucalipto a la soda cáustica fría</i>										
2374	500	1,7	24,7	29,7	10,4	33,5	0,113	0,15	0,41	0,38
<i>Pasta de álamo temblón (P. tremulus) a la soda cáustica fría</i>										
....	285	6,0	37,8	18,9	9,2	28,1	0,132	0,49	0,97	0,60
<i>Pasta mecánica comercial de abeto (embarque No. 3097)</i>										
....	165	15,4	18,2	16,4	15,2	34,8	0,112	0,25	0,63	0,43

^a Pruebas hechas con asta elaborada.

^b Resma de 500 hojas de 25 por 40 pulgadas.

Cuadro 7

PAPEL DE DIARIO FABRICADO DE PASTA A LA SODA CAUSTICA FRIA, BLANQUEADA, PROVENIENTE DE MEZCLAS DE ESPECIES LATIFOLIADAS LATINOAMERICANAS

Prueba de máquina	Carga de pasta	Arcilla agregada (Porcentaje)	Grado de desgote de la caja de entrada (SCF)	Peso de la boja (libras por resma)	Espesor (mils)	Densidad (gr/cc)	Resistencia al reventamiento			Resistencia			Porosidad (Sec.)	Opacidad (Sec.)	Blancura (Equivalente G. E.) (Porcentaje)	Contenido cenizas	
							Mullen (Pts. por libra por resma ^a)	Unidad (Pts.)	Al desgarramiento (gr. por libra por resma ^a)	Al Plegado (Doble plegado)	A la tracción (Libra por pulgada de ancho)	Penetración de aceite (Sec.)					
<i>Papel de diario experimental obtenido de mezclas de especies latifoliadas de Yucatán</i>																	
4305	100% soda cáustica fría blanqueada (blanqueo No. 2968)	0	310	36,9	4,0	0,51	7,6	0,21	0,72	3	8,3	17	3	78,4	60,2	1,0	
4351	100% soda cáustica fría blanqueada (blanqueo No. 3065)	0	170	35,7	3,9	0,51	10,2	0,29	0,60	3	6,4	26	8	81,1	60,2	..	
4306	100% soda cáustica fría blanqueada (blanqueo No. 2968)	15	365	38,6	4,0	0,53	6,2	0,16	0,66	0	8,2	18	4	85,2	64,2	8,0	
4352	100% soda cáustica fría blanqueada (blanqueo No. 3065)	15	160	36,6	3,9	0,52	7,6	0,21	0,53	1	5,7	21	8	87,1	65,7	..	
4307	70% soda cáustica fría blanqueada (blanqueo No. 2968) 30% pasta mecánica de picea y álamo (<i>P. tremulus</i>) (embarque No. 4018)	0	230	37,0	4,1	0,50	6,7	0,18	0,59	1	5,4	30	9	85,6	60,8	..	
4353	60% soda cáustica fría blanqueada (blanqueo No. 3065), 40% pasta mecánica de picea y álamo (<i>P. tremulus</i> , emb. 4018)	0	155	36,8	4,2	0,48	8,1	0,22	0,53	1	6,9	29	..	87,6	59,8	..	
4304	80% soda cáustica fría blanqueada (blanqueo 2968), 20% pasta semiblanqueada al sulfito de pino meridional	0	380	36,5	3,9	0,52	10,6	0,29	1,16	11	9,1	21	4	77,3	61,1	..	
<i>Papel de diario experimental de mezclas de eucalipto</i>																	
3672	100% soda cáustica fría blanqueada (blanqueo No. 2374)	0	300	36,1	4,6	0,43	6,6	0,18	0,50	..	7,7	10	..	80,9	69,8	..	
<i>Papel de diario comercial</i>																	
	80% pasta mecánica comercial de picea, 20% pasta comercial de abeto al sulfito	..	..	36,0	3,0	0,69	8,2	0,22	0,66	1	7,5	43	20	90,3	61,6	..

^a Resma de 500 hojas 25 x 40 pulgadas.

Aunque en este estudio no fué posible hacer un examen completo sobre la aplicabilidad del procedimiento a la soda fría a las maderas empleadas, pueden formularse las siguientes conclusiones generales:

1. Las mezclas de eucalipto del Brasil y las de maderas latifoliadas tropicales de Yucatán, ensayadas en esta investigación, pueden tratarse con éxito mediante el procedimiento a la soda cáustica fría.

2. Dentro del límite de los experimentos llevados a cabo, la resistencia de la pasta a la soda fría, preparada con mezclas de especies, aumenta al aumentar la concentración de sustancias químicas en el líquido de tratamiento. La resistencia de la pasta aumenta asimismo a medida que se la reduce a un menor grado de desgote.

3. A un grado de desgote dado, la pasta a la soda cáus-

tica fría, preparada con mezclas de especies, no es tan resistente como la mejor pasta de madera de álamo a la soda fría.

4. La pasta a la soda fría, de estas mezclas, puede blanquearse, empleando cantidades económicas de hipoclorito de calcio, hasta darle un grado de blancura de 56 a 70 por ciento.

5. El papel preparado exclusivamente con pasta a la soda fría, blanqueada, tenía blancura y resistencia adecuada para papel de diario, pero era más transparente y poroso que el corriente.

6. Se puede fabricar papel de diario de buena calidad con una mezcla de pasta a la soda fría a base de madera de Yucatán y pasta mecánica común, aunque será necesario efectuar pruebas de impresión para poder apreciar plenamente sus propiedades.

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA INTEGRACION DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA CON OTRAS INDUSTRIAS FORESTALES¹

J. A. Hall

Las industrias forestales en los países muy industrializados se caracterizaron con demasiada frecuencia en el pasado por una explotación imprudente que luego, inevitablemente, ha terminado en lamentaciones. Al principio se trataban los bosques como si fueran "minas" que debían explotarse por sus productos más valiosos, sin pensar en el reemplazo de los mismos ni en las consecuencias de su desaparición. A medida que se desarrolla una nación y va escaseando en ella la madera, se ve obligada a cambiar de actitud. Con la madurez industrial comprueba que los bosques sólo pueden rendir al máximo cuando las industrias forestales se integran para aprovechar la madera en forma óptima y cuando los bosques mismos se explotan sobre una base de rendimiento sostenido.

Los países menos industrializados tienen mucho que aprender de los errores de sus vecinos más desarrollados. Por ejemplo, el estudio de los errores cometidos durante el período de explotación irracional en los Estados Unidos permitirá a los países latinoamericanos proyectar en forma más eficiente el desarrollo ordenado de sus recursos forestales.

La madera contribuyó en forma importante a la industrialización de América del Norte. Sirvió de combustible y de material de construcción para embarcaciones, casas y fábricas; se usó en los ademes para las minas de carbón y en los durmientes de ferrocarril que sostenían la creciente red de transporte. La industrialización trajo consigo la producción de herramienta y máquinas de alta velocidad y los métodos de producción en serie, que con mayor rapidez aún consumieron la menguante riqueza forestal.

Esta explotación abusiva de los bosques, característica de la vida norteamericana en el siglo pasado, no tiene parangón en la historia. No sólo se logró en ese país una terrible eficiencia en la recolección y manufactura de la madera, en detrimento del bosque, sino también se perfeccionaron los métodos de habilitación de la tierra para fines agrícolas en perjuicio de los recursos silvícolas y, con suma frecuencia, de los suelos mismos.

Poco a poco se llegó al convencimiento de que estos bosques "ilimitados" no lo eran en realidad. Se comprobó que la monoexplotación forestal era ruinosa y que los bosques aún en pie tenían que ser explotados con un sistema de rendimiento sostenido si había de obtenerse la madera necesaria para mantener el nivel de vida de ese país. Se llegó a comprender el verdadero alcance del término "utilización integrada", que expresa simplemente que el bosque se trabaja y aprovecha de acuerdo con su crecimiento, y que el tipo y tamaño de las empresas que lo explotan está de acuerdo con la cantidad y calidad de madera que puede producirse.

Tarde o temprano, la industrialización de América Latina creará una demanda de madera que recaerá sobre los bosques. Es por eso que al proyectar las industrias forestales a largo plazo es prudente prever el trabajo integrado como se practica en forma bastante generalizada en el hemisferio norte. Esta previsión es importante, exista o no la posibi-

lidad cercana de lograr una integración amplia. Sin ella, los métodos de explotación podrían perjudicar al bosque e impedir su ulterior integración efectiva.

Los productos forestales se distinguen de otros frutos del suelo en que los métodos de explotación ejercen una influencia decisiva en el rendimiento y la calidad de la producción futura. Las industrias monopductoras, que extraen únicamente material de alta calidad, poco a poco van degradando al bosque, por bueno que fuera en sus comienzos, hasta que los árboles no sirven para usos normales. Este bosque estéril sólo recuperará su productividad si se invierte el proceso; es decir, si se tala la madera de baja calidad estimulando así la reproducción y el crecimiento de los árboles apetecidos.

Si se trata de establecer una industria permanente, se plantea el problema fundamental de averiguar el rendimiento durante la corta siguiente, e incluso durante la próxima rotación. El aprovechamiento equilibrado derivado de la integración permite ejercer una fiscalización silvícola sobre la producción futura que no es posible con un sistema monopductor. Sin embargo, cambia la naturaleza de la materia prima y evolucionan siempre los mercados según las modificaciones económicas y tecnológicas, de manera que la utilización totalmente integrada no puede permanecer estática, pues debe ajustarse en lo posible a circunstancias que podrán variar de un momento a otro.

En un plan ideal de integración todo el material de alta calidad se destinaría a madera aserrada, chapas y otros productos de igual categoría; el de baja calidad, y reducible a astillas, se emplearía para fabricar celulosa, papel, planchas de fibra para construcción, etc., y el no reducible a astillas, para productos de conversión química. Los residuos de cada etapa del proceso se aprovecharían en una elaboración inferior. Por ejemplo, la madera de clase mixta podría hacerse pasar por un aserradero o torno para chapas que tomaría sólo material de alta calidad; los residuos podrían tratarse después en una fábrica de celulosa. Las industrias químicas podrían utilizar el aserrín, las virutas y el residuo de madera que queda en los licores de desecho después de la fabricación de pasta. Como es natural, los factores locales determinarían en la práctica qué fábricas se necesitan para aprovechar la producción forestal. No es indispensable establecerlas a todas en un mismo lugar; pueden dispersarse para obtener un óptimo beneficio de los medios de transporte y las materias primas.

Las industrias basadas en la conversión mecánica, como los aserraderos y las plantas de madera terciada, tienen la ventaja de ser sencillas. Sus costos de instalación y de funcionamiento son relativamente bajos y requieren pocos especialistas. Sin embargo, estas industrias son exigentes en cuanto a la calidad de su materia prima.

Las industrias químicas, así como las de papel y celulosa, son mucho más complejas. Las inversiones de capital son elevadas y se requieren muchos técnicos. Sin embargo, permiten un aprovechamiento más amplio de la producción forestal. En efecto, las industrias químicas actúan como

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L. 3.14.

recolectores de desperdicios, pues convierten grandes cantidades de éstos en productos valiosos.

Cada componente de la operación integrada tiene un tamaño económico mínimo. En consecuencia, es necesario que el bosque produzca suficiente materia prima para que cada componente funcione por lo menos en la escala mínima. También es necesario que el mercado potencial sea lo bastante grande como para absorber la producción de cada planta de tamaño mínimo.

Antes de establecer una industria integrada, por consiguiente, es prerequisite ineludible efectuar un inventario adecuado del bosque y la correspondiente investigación del mercado. El inventario forestal debe comprender datos sobre especies, desarrollo, y rendimiento, así como un cálculo de la composición futura del bosque. Sin ellos será difícil atraer las grandes inversiones de capital que requieren las industrias forestales, sobre todo las de papel y celulosa.

Es posible ahora convertir casi cualquier producto forestal en celulosa. Las técnicas son bastante bien conocidas, aun cuando se necesita una mayor investigación para determinar qué procedimientos y condiciones convienen a cada especie y a las mezclas. Los principales problemas pendientes son de orden económico. A menudo la integración de las industrias de papel y celulosa con las de otros productos forestales puede producir el equilibrio decisivo que torne favorable a una conjuntura económica por lo demás adversa.

Hay distintas razones que explican por qué bajan los costos al cultivar los árboles con destino a varios usos y no a uno solo. Aunque los medios de explotación han cambiado, el trabajo sigue siendo fundamentalmente el mismo: talar el árbol, derribarlo, cortarlo en trozos y reunir estos trozos y transportarlos. Cuanto mayor sea el valor obtenido de estas operaciones, tanto menor será el costo de la materia prima. En una operación totalmente integrada, se puede destinar cada trozo al tipo de elaboración que resultará de máxima utilidad económica.

En una utilización múltiple, parte del costo de cultivar los bosques de gran valor, hasta que alcancen su madurez, se sufraga con la explotación temprana de las maderas más baratas y menos maduras. Un buen trabajo de recolección, que comprendería el raleo y la remoción de árboles indeseables, aumentará al valor del bosque al acelerar la rotación y la producción de una nueva cosecha. También puede mitigar el peligro de incendios y reducir así los costos de luchar contra ellos.

Una ventaja menos tangible, aunque no de menor importancia, de las operaciones integradas, reside en los efectos ecológicos de la ordenación. Una operación totalmente integrada permite abstraer o dejar en su sitio cualquier parte de la producción forestal, lo que redundará en una silvicultura más eficiente de costos más bajos.

El grado y la forma de integración que convienen a cada situación dependen de muchos factores, entre otros, 1) régimen de la propiedad, 2) evolución de la explotación y desarrollo forestales, 3) naturaleza del sistema industrial y 4) diversas condiciones económicas como densidad demográfica, magnitud del mercado potencial, distancia a que se encuentran los mercados, medios de transporte, fuentes de energía eléctrica, etc.

Las dimensiones de los predios individuales en sí mismas no limitan el desarrollo de una integración satisfactoria. En los Estados Unidos hay numerosos casos de buena integración implantada a base de muchas propiedades forestales y múltiples empresas industriales pequeñas. También se encuentran en varias empresas muy grandes y bien integradas

que funcionan a base de recursos forestales y plantas industriales en manos de una sola entidad.

Las operaciones totalmente integradas requieren cuantiosas inversiones de capital y por eso generalmente exigen un abastecimiento continuo de materia prima proveniente de una zona extensa, lo que en muchos casos dependerá del estado general de desarrollo industrial y cultural de la zona. En consecuencia la integración suele ir aparejada con el desarrollo industrial general del país, pues si avanza con demasiada rapidez puede, en un momento dado, verse trabada por la escasez de materia prima o la carencia de mercados para sus productos.

Los países latinoamericanos encaran el problema inmediato de satisfacer la demanda de papel y celulosa para reemplazar a las importaciones caras. Felizmente, la industria de papel y celulosa puede utilizar varias especies y calidades de madera. Es por eso que constituye un punto de partida ideal para la integración: por la tala selectiva de los árboles de mala calidad y aprovechamiento de otros materiales que deben eliminarse del bosque contribuye al mejoramiento de éste a la vez que al desarrollo cultural e industrial de la región. Por otra parte, la industrialización, con el tiempo, proporcionará las sustancias químicas y el equipo necesarios para fabricar papel y celulosa. Con esto el papel resultará más barato y el proceso cobrará nuevo impulso.

La fábrica de celulosa es sólo la primera etapa; en un sistema totalmente integrado su producción se aprovecharía en múltiples formas. Los productos papeleros, por ejemplo, comprenden no sólo el papel de diario y el de envolver, así como el cartón, sino también centenares de productos especiales como papeles de seda y para empapelar, cueros artificiales, filtros, papeles impermeables y absorbentes; la celulosa puede emplearse para fabricar cartón para la construcción o planchas de fibra, y las variedades químicas pueden constituir la base de industrias completas productoras de celofán, rayón o derivados celulósicos. Siempre existe la posibilidad de cambiar de especialidad según la dictaminen las condiciones económicas y los mercados.

En los últimos años se ha desarrollado un nuevo tipo de integración; existe ahora bastante complementación entre los productos de papel y celulosa y otros productos madereros en la fabricación de toda una gama de nuevas mercaderías. Las industrias de productos forestales no sólo acuden todas a un fondo común de materia prima, sino que tienden cada vez más a fabricar productos compuestos.

El papel para paneles, de estructura alveolada, constituye un buen ejemplo de este tipo. El papel en forma de núcleo alveolar se combina con cubiertas de madera fuertes y rígidas o cartón, para formar un material de construcción de estructura exterior permanente. El papel se impregna con resina y se une a las cubiertas con material adhesivo impermeable. Los tableros producidos en esta forma combinan las funciones de postes de tabiques, vigas, clavos y aislamiento. Pueden usarse para cuarterones de casa, tabiques, carrocerías de camión, partes de aviones y embarcaciones, muebles y otras muchas aplicaciones.

Los papeles gruesos tratados con resina fenólica pueden responder estructuralmente casi en la misma forma que la madera. Son resistentes y rígidos cuando están secos y no se debilitan mucho con la humedad. Adhiriéndolos a la chapa, se reduce la dilatación de esta última y se forma un material laminado rígido, especialmente útil para cajas. Cuando se unen a ciertas clases de madera terciada, ocultan los defectos secundarios, remiendos y grietas y dan mejor base para la pintura. Pegados a maderas de baja calidad, reducen la hinchazón de éstas más o menos en un 40 por

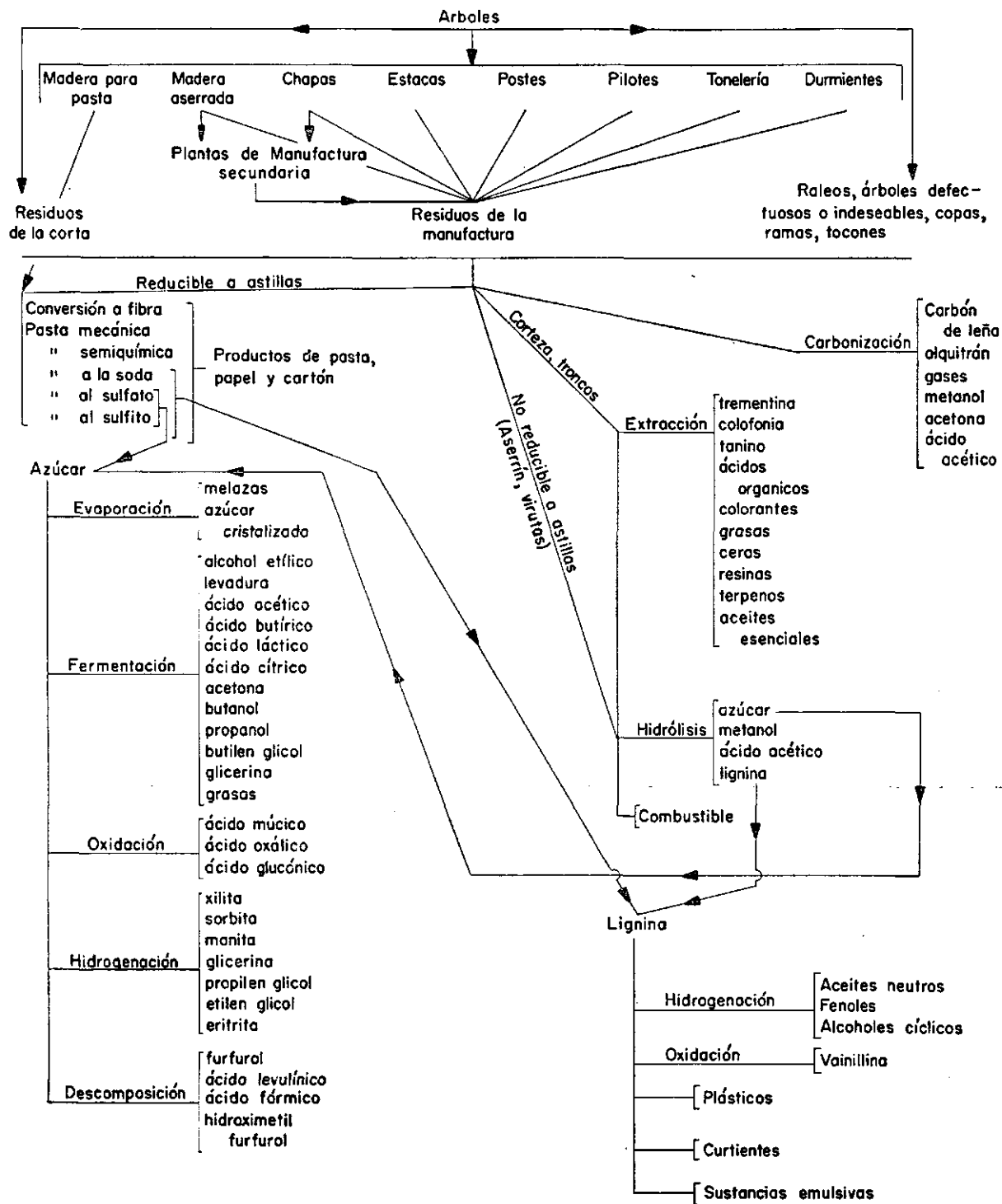
ciento, tapan nudos relativamente grandes y otros defectos y ofrecen una superficie uniforme para la pintura.

Las cubiertas de papel desempeñan una doble función en las operaciones integradas. Pueden, en primer lugar, hacerse de madera proveniente de raleos o de árboles defectuosos, o de residuos de aserraderos o de tornos de chapa; en segundo lugar, pueden mejorar la madera inferior,

chapa y madera terciada, para producir productos de calidad. En consecuencia, fomentan la buena ordenación forestal pues permiten pagar el costo de entresacar los árboles defectuosos o de especies poco valiosas para que puedan medrar los mejores.

Aunque la fabricación de celulosa puede aprovechar muchas especies y calidades de madera, siempre queda un

Esquema 1
UTILIZACION QUIMICA DE LA MADERA



residuo inútil para este fin. Sin embargo, por medio de la química, estos desechos se convierten en carbón de leña, azúcar, alcohol, levadura, acetona, glicerina, vainilla, agentes colorantes, plásticos y muchos otros productos químicos orgánicos, como se muestra en el esquema I.

Las tres industrias químicas primarias que podrían incluirse en un programa de utilización integral son la destilación, la extracción y la hidrólisis de la madera.

En algunos países latinoamericanos tiene cierta importancia la fabricación de carbón de leña. Chile, por ejemplo, que no cuenta con suficiente petróleo autóctono y cuya producción de carbón es limitada, consume al año ingentes cantidades de ese combustible en sus industrias y para usos domésticos. Se estima que el consumo nacional no baja de 150 mil toneladas al año y seguramente puede ser muy superior.

Es escaso el carbón de leña producido en América Latina que proviene de las plantas de destilación de madera. Gran parte de él se produce en carboneras primitivas u hornos de colmena, sin recuperar los residuos. Los subproductos principales —metanol y ácido acético— son dos de los tres disolventes comerciales comunes, esenciales para el desarrollo en gran escala de las industrias químicas. El tercero es el alcohol etílico, que también se saca de la madera por hidrólisis.

La destilación de la madera puede servir en forma eficiente a la ordenación forestal porque aprovecha las copas y las ramas, así como la madera de baja calidad. No hay duda de que, bajo buenas condiciones económicas, la destilación de la madera ofrece gran interés como parte de un sistema integrado de aprovechamiento forestal, aunque puede representar un proceso destructivo cuando resulta en una explotación excesiva.

De la madera se obtienen por extracción diversos productos que varían según las especies y la parte del árbol de que se obtienen. Comprenden sustancias hidrosolubles —hidratos de carbono, ácidos orgánicos, taninos y colorantes— así como grasas, aceites, ceras, resinas, terpeno y aceites esenciales. Las industrias extractivas trabajan generalmente con un producto de alto valor obtenido de una o dos especies. A menudo tratan solamente la corteza del árbol. Estas industrias se encuentran estrechamente vinculadas a las distintas especies y condiciones de cada región y por eso es imposible generalizar sobre ellas. Sin embargo, pueden aumentar el valor de los productos de una operación integrada, por lo que no deben descuidarse, máxime en los trópicos.

La hidrólisis es un procedimiento único entre los que se han ideado para el aprovechamiento químico de la madera, porque el mercado potencial para sus productos es ilimitado. Además, puede aplicarse a todas las especies y tipos de desecho.

La madera se compone aproximadamente de dos tercios de hidratos de carbono —en forma de celulosa y hemicelulosa— y casi un tercio de lignina. Al tratarla en presencia de ácidos y calor, los hidratos de carbono se convierten en azúcar, quedando la lignina como residuo.

En los procedimientos ácidos para la fabricación de pasta —sobre todo los métodos al sulfito— y en el tratamiento al sulfato prehidrolítico, se libera bastante azúcar que se encuentra en los licores residuales. En algunos países éste se aprovecha totalmente, en general, por fermentación. En Suecia, por ejemplo, se exige la fermentación de estos azúcares para obtener alcohol u otros productos. La misma materia prima proporciona grandes cantidades de levadura destinada a la alimentación humana o animal.

En teoría, la hidrólisis completa debe producir unos 600 kilogramos de azúcar y 220 de lignina por tonelada de madera seca. Nunca se logra el rendimiento ideal porque los agentes hidrolizantes destruyen gran parte del azúcar. Sin embargo, el procedimiento de filtración usado actualmente en Europa y mejorado por el Laboratorio de Productos Forestales de los Estados Unidos y la Autoridad del Valle del Tennessee, permite obtener unos 450 kilogramos de azúcar fermentable y no fermentable por tonelada de madera seca.

Las melazas de madera con una concentración de azúcar del 45 por ciento pueden usarse para la alimentación animal. Se ha demostrado experimentalmente que el valor alimenticio del azúcar en las melazas de madera equivale al de las de caña. Los alemanes también han hecho ensayos con este procedimiento para obtener productos de alimentación humana. Se puede cristalizar más o menos la mitad del azúcar para obtener glucosa comestible, y fermentar el resto para producir alcohol o cultivar levadura, que también sirve para el ganado o la alimentación humana.

El azúcar de la madera es un buen medio de cultivo para diversas levaduras. Según la variedad y las condiciones de crecimiento, pueden ser ricas en grasas o en vitamina B y contienen por lo menos un 50 por ciento de proteínas. En las instalaciones comerciales se logran fácilmente rendimientos de un 40 por ciento en relación con el peso del azúcar original.

En condiciones adecuadamente controladas, pueden obtenerse del azúcar de madera, además del alcohol y la levadura, otros muchos productos de fermentación, como la acetona, el butileno glicol y la glicerina así como los ácidos acéticos, butírico, láctico y cítrico. (Véase el esquema anterior.)

La descomposición final de las pentosas durante la hidrólisis da el furfural y la de las hexosas da el ácido levulínico. Ambos son valiosos productos intermedios de la química orgánica. El ácido levulínico se emplea en farmacia y tiene gran porvenir como producto químico industrial, en tanto que el furfural es muy solicitado para la fabricación de nylon.

La lignina residual puede convertirse en vainillina y en productos utilizados en la perforación de pozos petrolíferos, materiales colorantes, plásticos y adhesivos para el linóleo.

Aunque las perspectivas de la hidrólisis de la madera son halagadoras, su desarrollo ha tropezado con dificultades económicas en casi todo el mundo. El procedimiento requiere grandes cantidades de material barato, como el serrín y otros residuos de la madera, pero éstos son voluminosos y difíciles de concentrar en un solo lugar. Por lo tanto, el procedimiento es viable, desde el punto de vista comercial, sólo bajo las condiciones más propicias, como en emergencias o carestías derivadas de la guerra, o en regiones en que faltan o son caros los productos derivados o en las cuales resulta muy fácil obtener y tratar el desecho en grandes cantidades.

Sin embargo, hay muchas consideraciones de importancia que tomar en cuenta al estudiar la posibilidad de obtener hidratos de carbono a partir de la madera. Uno de los aspectos aparejados al auge industrial ha sido el enorme aumento de la población del mundo, que, en poco más de un siglo, ha crecido alrededor de dos veces y media. Fairfield Osborn, en su notable libro *Our Plundered Planet* (Nuestro expoliado planeta) estima que no hay más de 1.600 millones de hectáreas de tierra arable en condiciones de satisfacer las necesidades de 2 mil millones de hombres, o sea, 0,8 hectáreas por habitante. Según un cálculo de

aceptación general, se necesita una hectárea de tierra de mediana calidad para alimentar en forma mínima pero adecuada a una persona. Estas cifras indican cómo incide la población sobre los recursos agrícolas de la tierra, cuando éstos se evalúan en función de los métodos tradicionales de producción de alimentos. Los progresos en la industrialización agrícola y la posible incorporación de nuevas tierras al cultivo sólo podrán aplazar por un tiempo el cumplimiento de la ley de Malthus.

Será imposible lograr la estabilidad política del mundo mientras no se atiendan las necesidades básicas de la subsistencia humana. Es por eso que hay que buscar nuevos arbitrios para cubrir la demanda mundial de alimentos, y la madera pudiera bien proporcionar uno de ellos.

La producción anual de madera que no se aprovecha, sólo en los Estados Unidos, alcanza a unos 150 millones de toneladas, cifra muy prudente que no se compara con el volumen que podría obtenerse de los 250 millones de hectáreas de tierras forestales del país, si se aplicara una ordenación intensiva. En realidad no hay datos precisos sobre la madera que podría producirse en el mundo, aún con una ordenación forestal de limitado alcance, pero no cabe duda de que las cantidades serían enormes.

El problema estriba en distraer siquiera una parte de esta riqueza potencial de hidratos de carbono para que sirva de alimento a la humanidad. Ya se ha establecido que existen métodos para convertir los hidratos de carbono de la madera en azúcares simples o proteínas. Como una estimación burda, baste señalar que una tonelada de madera da media de azúcar o un cuarto de tonelada de levadura, esta última con más o menos un 50 por ciento de proteína. Por lo tanto, sería posible no sólo producir grandes cantidades de hidratos de carbono, sino transformarlos en proteína nutritiva, que es quizás el alimento que más falta hace en la dieta de la mayoría de los habitantes de la Tierra.

William Vogt, Jefe de la Sección Conservación, División de Cooperación Agrícola de la Unión Panamericana, sostiene que América Latina arrostra dentro de sus propias fronteras el problema de por lo menos 20 y tal vez hasta 40 millones de personas desplazadas. Al escribir en *Unasylva* decía: "Estas decenas de millones están desplazados no en el sentido político, sino en el ecológico. Están concentrados en tierras en declive, cuyo cultivo, bajo nuestro actual sistema económico, puede únicamente conducir a la destrucción rápida, y en muchos casos permanente, de los medios de subsistencia."

"Considerando el declive, clima, temperaturas propicias, suelos, etc., con un criterio moderno, conforme a la cultura occidental, sólo sería cultivable un 5 por ciento de la tierra en América del Sur", prosigue Mr. Vogt.

"Una elevada proporción de este 5 por ciento se halla en las márgenes de los ríos. En pocas partes se encuentra la agricultura —base de la vida para la mayoría de los pueblos latinoamericanos— tan estrechamente asociada con

el régimen hidrológico, y en parte alguna tiene este régimen un equilibrio tan delicado y vulnerable."

Mr. Vogt continúa: "La América Latina, desde México hasta el sur de Chile, ha sufrido las funestas consecuencias de la alteración del régimen hidrológico, secuela sobre todo de la destrucción de los bosques. La pobreza se ha propagado, se ha reducido el nivel general de vida, y algunos países incluso han llegado al borde del hambre, todo por hacer mal uso de los árboles."

Al planear el desarrollo económico de estos países, hay que tomar en cuenta qué tan reducida proporción de su superficie es arable. Con el aumento demográfico podrán verse obligados a sacar de la madera los hidratos de carbono y proteínas que necesitan para alimentar a sus pueblos y ganados.

El artículo de Mr. Vogt sugiere todavía otro tipo de integración: la de los usos forestales. Con respecto a los bosques debe pensarse no sólo en función de los productos forestales sino de la protección de las hoyas hidrográficas y de la flora y fauna autóctona, estabilización del suelo y esparcimiento para la población, usos que deben integrarse para obtener el máximo beneficio del bosque.

La integración, por lo tanto, comienza con una valoración del bosque en cuanto a su uso. ¿Cómo puede ser utilizado mejor? ¿Se necesita para la protección de las hoyas hidrográficas? ¿Puede cortarse sin causar una erosión destructora? ¿Sería mejor mantenerlo como refugio para los animales y plantas silvestres?

Viene en seguida su evaluación como fuente de materia prima. ¿Qué productos puede proporcionar económicamente sobre una base de rendimiento continuo? El plan para la utilización integral del bosque debe trazarse a largo plazo según su estado actual y su evolución futura.

Por último, existe la integración de los productos forestales para producir nuevas clases de materiales.

La industria de papel y celulosa puede servir de centro a una operación integrada. Al usar los productos de ralcos, los árboles defectuosos, y las maderas de baja calidad, se puede mejorar el bosque y preparar el terreno para otras industrias afines. Utilizando los residuos de los aserraderos y plantas de chapa, es posible dar a estas industrias bases económicas más eficientes y contribuir con sus productos al desarrollo cultural e industrial de un país.

El planeamiento industrial para utilizar de manera integrada un bosque en un país insuficientemente desarrollado necesita una clara visión del futuro, requiere estudio e impone el análisis cuidadoso de las interrelaciones entre los factores económicos. Pero tal planeamiento puede beneficiar al país proporcionándole industrias eficaces y bien arraigadas en una fuente siempre renovable de materia prima. Mientras brille el sol y caigan las lluvias, no puede haber escasez de madera en el mundo, con tal de ordenar los bosques en buena forma y de aprender a emplear los medios industriales para aprovechar la madera del modo más completo en bien de la humanidad.

LA AMAZONIA Y LA INDUSTRIA DEL PAPEL¹

A. de Miranda Bastos

Por su enorme extensión —cerca de 7 millones de kilómetros cuadrados, de los que unos 3,5 corresponden a la parte brasileña— y por su clima variado, hay en la Amazonia un gran número de especies vegetales, que han venido investigándose desde hace muchos años, aunque sólo en época muy reciente se emprendió el estudio sistemático de la densidad de algunas áreas y de su valor económico en cuanto a extensión, medios de transporte, composición y frecuencia de las especies. La Amazonia está llamada a convertirse en uno de los centros mundiales productores de celulosa y papel. Sin embargo, han fracasado muchos de los proyectos e iniciativas llevados a cabo en los últimos cincuenta años con el fin de industrializar los recursos económicos locales, debido, entre otras causas, a la escasez de capitales y de mano de obra, a las malas condiciones de salubridad y de transporte y a la insuficiencia de la producción agrícola para abastecer el consumo local. Tales dificultades están en vías de superarse. A fines de 1951, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación destacó una misión que está haciendo estudios en el terreno, los cuales serán de especial interés por la información y las recomendaciones que aporte. Por otra parte, la Superintendencia do Plano de Valorização Economica da Amazonia (SPVEA), creada en 1953 para incrementar el desarrollo de la producción agropecuaria, industrial y mine-

ra de la región, está realizando positivas obras de desarrollo, para lo cual cuenta con recursos económicos importantes y cada vez mayores. La creación del territorio federal de Amapá en el año 1943, el que, además de los recursos fibrosos, cuenta con ricos yacimientos de manganeso y con un considerable potencial hidroeléctrico, ha contribuido también a dar impulso a la Amazonia brasileña. En dicho territorio de Amapá se han hecho estudios de las especies madereras con miras a su explotación. Los técnicos de la FAO y la CEPAL han concentrado sus investigaciones en la zona próxima al salto de agua de Paredão, en el río Araguari, donde se proyecta una central hidroeléctrica de 25 mil kilowatios de capacidad inicial y con posibilidad de ampliación hasta los 100 mil kilowatios. Esta zona tiene todas las condiciones para convertirse en un centro paplero de importancia. En ella predominan las especies de coloración clara y baja densidad. La misión estima que, de modo económico, podría explotarse un mínimo de 250 metros cúbicos por hectárea. Por otra parte, en reconocimientos efectuados en las inmediaciones del río Vila-Nova se comprobó que, considerando sólo los árboles de más de 30 centímetros de diámetro, podían cubicarse por hectárea más de 240 metros cúbicos útiles de madera, la cual es, en cambio, de color oscuro y de alto peso específico. Esto prueba que es enorme la variedad de especies que se encuentran en la región y que, con respecto a la industria del papel, lo importante es saber elegir la zona que satisfaga las exigencias técnicas y económicas.

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.15, condensada.

POSIBILIDADES DE PRODUCIR CELULOSA Y PAPEL CON MADERAS DEL ALTO PARANA (PARAGUAY)¹

E. B. Hamill

El denso bosque subtropical del Alto Paraná, en el Paraguay, reúne excelentes condiciones para el establecimiento de una industria de pasta y papel: tierra fértil y buen clima, donde pueden desarrollarse grandes plantaciones de coníferas, un sistema fluvial apto para el transporte, abundancia de agua para la elaboración de pastas y recursos hidroeléctricos para el suministro de energía. A solicitud del gobierno del Paraguay, el Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola realizó un estudio en el que se concluye que la instalación en esa zona de la industria de celulosa y papel sería la clave para la utilización integral de los bosques y para la colonización de la región y que los problemas que se presentan son más bien de naturaleza económica que técnica.

La región forestal del Alto Paraná tiene unos 350 kilómetros de largo y de 50 a 75 kilómetros de ancho. La zona con mejores condiciones de explotación tiene unos 100 kilómetros a lo largo del río Paraná y unos 30 kilómetros de ancho; está cruzada por ríos navegables y en ella se encuentran las tres fuentes potenciales de energía hidroeléctrica más importantes. Por término medio hay unas 30 especies de árboles por hectárea y predominan las leguminosas con más de 27 especies identificadas. También hay variedades de bambú, que podrían aportar, para la fabricación de papel, el 10 por ciento de la materia prima fibrosa disponible en el Alto Paraná. Se estima que, teniendo en cuenta todas las especies, esta región puede suministrar unos 100 metros cúbicos de madera útil por hectárea.

El estudio biométrico de estas maderas —cuyo objeto es la medición de la longitud y la anchura de las fibras, diámetro interior y espesor de las paredes, a fin de obtener una primera clasificación de las maderas para su uso en la fabricación de pasta y papel— fué realizado por la Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale, de Francia. Las pruebas se hicieron sobre 81 muestras de especies tropicales latifoliadas y tres de bambú. Los resultados obtenidos se sintetizan a continuación.

1. Longitud de las fibras

Las especies son más bien de fibra corta. Entre las variedades investigadas, alrededor del 60 por ciento tenían fibras de una longitud inferior a un milímetro y sólo cuatro excedían de 1,7 milímetros. Aunque la longitud de las fibras no tiene una importancia decisiva, no deja de representar un inconveniente la utilización de fibras con longitudes inferiores a un milímetro, que se considera como la longitud crítica. De las 84 muestras estudiadas, 24 quedaron eliminadas por tener fibras de longitud insuficiente.

2. Anchura de las fibras

Es bastante variable, aunque por lo general mayor que la de las especies tropicales. La consecuencia es un bajo

poder fieltante y de ahí que el papel obtenido de muchas de las maderas investigadas tuviera baja resistencia al desgarramiento.

3. Diámetro interior

Es generalmente pequeño; de las especies estudiadas, el 71 por ciento tenían un diámetro interior de menos de 20 micrones y el 25 por ciento no alcanzaba los 6 micrones.

4. Espesor de las paredes

Es bastante reducido; para el 57 por ciento de las especies varía entre 8 y 11,9 micrones y para el 90 por ciento entre 6 y 15,9 micrones.

5. Módulo de flexibilidad

Es muy satisfactorio; casi la mitad de las especies mostraron un buen módulo de flexibilidad, y para una tercera parte de ellas puede considerarse como particularmente bueno, con cifras superiores a 70.

6. Poder fieltante

La pequeña longitud y la considerable anchura de las fibras explican el bajo poder fieltante de las especies del Alto Paraná y, en consecuencia, la limitada resistencia al desgarramiento. Sólo un 10 por ciento de las especies investigadas permitieron obtener resultados favorables, y entre ellas estaban las tres variedades de bambú. Si se exceptúan estas últimas, se reducen a sólo un 7 por ciento las muestras de especies que pueden considerarse satisfactorias desde este punto de vista. Por su pésimo poder fieltante quedaron eliminadas como materia prima para la industria de papel el 62 por ciento de las especies investigadas.

En resumen, las especies estudiadas se caracterizan por ser de fibras cortas, anchas y de paredes delgadas. Los papeles obtenidos de las muestras no descartadas se caracterizan por ser poco finos, flexibles y de una resistencia mediana a la tensión y al reventamiento, pero baja al desgarramiento.

De las 81 especies de maderas tropicales latifoliadas investigadas, 20 resultaron con características aceptables como posible materia prima para la fabricación de celulosa y papel, y de ellas se eligieron las 17 que figuran en el cuadro siguiente y se encuentran en el bosque del Alto Paraná en volumen superior al 1,15 por ciento.

Es decir, las 17 especies seleccionadas representan más del 86 por ciento del volumen maderero del bosque.

Para las pruebas de cocción y blanqueo de la pasta, realizada en los laboratorios de la Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale, se cortó la madera en trozos que se pasaron por tamices para eliminar los de menos de 1 x 1 centímetros. La lejía contenía de 2,5 a 3,5 por ciento de azufre y 16 a 21 por ciento de soda cáustica, sobre el peso de la madera seca. Se utilizó una retorta de 45 litros de

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.3.16, condensada.

capacidad, con todas las características de las empleadas en la industria. La lejiación se efectuó sobre mezclas de maderas que variaron desde la correspondiente a la composición media del bosque hasta otra exactamente opuesta. Con las tres muestras de bambú se procedió del mismo modo. Finalizada la cocción, se lavó la pasta con agua caliente para prevenir la precipitación de la lignina.

Especie	Por ciento en el volumen forestal
1. Laurel negro (<i>Ocotea suaveolens</i>)	20,75
2. Rabo (<i>Lonchocarpus leucanthus</i>)	14,00
3. Laurel ajuy (<i>Nectandra sanguinea</i>)	8,92
4. Caabuzu (<i>Lonchocarpus mublbergianus</i>)	5,18
5. Laurel amarillo (<i>Nectandra falcifolia</i>)	4,48
6. Grapia (<i>Apuleia praecox</i>)	4,40
7. Aguai (<i>Chrysophyllum maytenoides</i>)	4,13
8. Loro blanco (<i>Bastardiopsis densiflora</i>)	4,07
9. Guayavi (<i>Patagolula americana</i>)	3,90
10. María preta (<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>)	3,86
11. Isapy'y blanco (<i>Machaerium stipitatum</i>)	3,09
12. Anchico colorado (<i>Piptadenia rigida</i>)	2,45
13. Ivaporoity (<i>Myrceugenia bahoreti</i>)	1,88
14. Alecrin (<i>Holocalyx balanse</i>)	1,68
15. Kancharana (<i>Gabralea cangerana</i>)	1,26
16. Koku (<i>Allophylus edulis</i>)	1,20
17. Persiguero (<i>Symplocos pubescens</i>)	1,18
	86,43

Usando la mezcla de maderas en la proporción en que se presentan las diversas especies en el bosque, en los ensayos sobre ruptura, desgarramiento, reventamiento y plegado, se obtuvieron resultados sólo ligeramente superiores a los que darían las maderas mezcladas en la proporción inversa. En escala industrial ocurriría lo mismo, aun si las fábricas emplearan sólo una de las especies. La incorporación de madera de bambú en la mezcla no plantea problemas de cocción; no aumenta la resistencia al reventamiento, pero

mejora las condiciones de resistencia al desgarramiento y al plegado.

El blanqueo fué realizado según el método normal de cloración. En general, las pastas fueron fáciles de blanquear, hasta una blancura de 80 por ciento (G. E.). El rendimiento de blanqueo es alto y la celulosa resiste bien el tratamiento. Los papeles de pastas blanqueadas tenían mayor resistencia al reventamiento, pero ligeramente menor a la tensión, al desgarramiento y al plegado.

7. Conclusiones

Las especies de la región forestal del Alto Paraná, mezcladas en la proporción en que se encuentran en los bosques, pueden servir para fabricar pastas homogéneas, no obstante su heterogeneidad. No se precisan métodos especiales en la elaboración. El consumo de productos químicos en la lejiación y en el blanqueo es bajo. La pasta no es apropiada para la fabricación de papeles de envolver de alta resistencia, porque en este respecto sus características son medianas, pero si se mezcla con un 40 a 60 por ciento de pasta de coníferas o de ciertas especies tropicales, es posible producir papeles de envolver de primera calidad. La pasta es fácil de blanquear y puede usarse para fabricar diversos tipos de papeles de escribir. Mezclada con un 20 a 40 por ciento de pasta de coníferas, sirve para papeles finos de impresión. La pasta cruda puede emplearse mezclada con pasta mecánica u otros materiales de baja calidad para obtener papeles ordinarios de escribir e imprenta. Pero no parece que pueda utilizarse la pasta sola para la fabricación de papel de diario, dadas sus mediocres características de resistencia. En cuanto a las condiciones de las especies del Alto Paraná para fabricar celulosa purificada para usos químicos, las pruebas realizadas no permiten llegar a conclusiones definitivas, pero no descartan esa posibilidad.

IV

Aspectos de la fabricación de papel y celulosa a base de otros recursos forestales en América Latina

OTROS RECURSOS FORESTALES DE AMERICA LATINA COMO FUENTES DE MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA¹

Documento de la Secretaría

I. INTRODUCCIÓN

La inmensidad de los recursos forestales tropicales y subtropicales de América Latina —800 millones de hectáreas aproximadamente— tiende a empañar el hecho de que la región posee reservas cuantiosas de otros tipos de bosques, a saber, casi 30 millones de hectáreas de coníferas y alrededor de 90 millones de bosques de especies latifoliadas de zona templada. Estas últimas cifras son en verdad importantes si se las relaciona con la población latinoamericana. En efecto, la superficie de bosques de coníferas por habitante es en América Latina muy semejante a la de Europa y la superficie de bosques de especies latifoliadas de zona templada por habitante es varias veces mayor que la europea.

En el presente documento se examinan brevemente estos otros recursos: bosques naturales de coníferas y de especies latifoliadas tropicales y subtropicales, de álamos y de sauces.

A continuación se examinan sucesivamente y con mayor detalle algunos de los más importantes entre esos recursos. No todos son tratados en igual forma ya que la cantidad y la calidad de la información de que se dispone acerca de cada uno varía considerablemente de un país a otro. De ahí que en este documento el espacio dedicado a determinado recurso no refleje en forma alguna la importancia que se le atribuye en el conjunto de la región.

A continuación se hace un breve análisis de algunos de los problemas que plantea la explotación de estos diversos recursos, para aprovecharlos en la fabricación de papel y celulosa, y después se formulan dos o tres conclusiones generales.

Por desgracia, la mayor parte de la literatura sobre plantaciones es de carácter descriptivo y atañe principalmente a los aspectos forestales. Por ejemplo, no ha sido posible presentar información que permita cotejar el costo bruto de la obtención de madera para pasta de las plantaciones de diversas especies con el costo correspondiente a la extracción de tal madera utilizando los bosques naturales. No obstante, algunos documentos básicos presentados a esta reunión contienen información acerca del costo de las plantaciones, sobre todo de pino insigne, pino de Paraná y eucalipto. Los aspectos más importantes de esa información se reproducen en apéndices al presente documento.

a) Bosques de coníferas

La mayor parte de las coníferas crecen en estado natural en las regiones de clima templado. Así pues, en el hemisferio septentrional la mayoría de los bosques de coníferas están situados en una ancha faja de terreno al sur de la región de la tundra. Ello explica también la escasez de coníferas en América Latina, donde la masa de tierra se angosta hacia el sur y apenas llega a la zona templada. De un total de más de 925 millones de hectáreas de bosques

en esta región, menos de 30, o sea, el 3 por ciento, están cubiertas de coníferas, de las que se explotan actualmente sólo 11 millones de hectáreas. Esto no significa que tales bosques carezcan de valor desde el punto de vista de la industria de celulosa. Lo que puede lograrse en este terreno, aun con recursos forestales insignificantes, ha sido demostrado en el Japón donde alrededor de 8 millones de hectáreas de bosques de coníferas producen —además de otras clases de maderas— unos 5 millones de metros cúbicos de madera para celulosa, de la que se obtiene alrededor de millón y medio de toneladas de pasta, o sea una cantidad que sería suficiente para subvenir a las necesidades latinoamericanas de papel y cartón.

La araucaria y el pino son las dos familias más importantes de coníferas que se encuentran en América Latina. El pino neuquén (*Araucaria araucana*) crece sólo en Chile y en la Patagonia argentina, lejos de los centros principales de consumo de papel; aunque se presta en forma admirable para la obtención de celulosa, se emplea casi exclusivamente en las industrias de madera terciada y en los aserraderos de la región. Otra especie de esta familia, el pino del Paraná o pino Misiones (*Araucaria angustifolia*) cubre, según se dice, de 9 a 10 millones de hectáreas en los estados brasileños de Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul, el territorio Misiones en la Argentina y, en grado muy pequeño, las regiones montañosas del sur del Paraguay.

Los demás bosques naturales de coníferas pertenecen a la familia del pino y comprenden numerosas especies cada una de las cuales se adapta a condiciones especiales de clima y terreno. En una investigación reciente acerca de los recursos de pino de Guatemala, se comprobó que en ese país sólo se daban nueve especies diferentes de pinos entre el nivel del mar y una altura de 4.000 metros, que es el límite máximo para las zonas boscosas. Se estima que los bosques de pino existentes cubren en el conjunto de América Latina 16,5 millones de hectáreas aproximadamente, de las cuales se aprovechan hoy día unos 7 millones. Únicamente en México y América Central se encuentran grandes bosques naturales de pino; en Sudamérica no hay ninguno que por su tamaño sea importante.

b) Bosques de especies latifoliadas de zona templada

Se estima que América Latina posee alrededor de 90 millones de hectáreas de bosques de especies latifoliadas, incluyendo perennes y caducas de zona templada, y bosques altos de las zonas tropicales y subtropicales; esto corresponde al 10 por ciento más o menos de la superficie boscosa de la región. Este tipo de bosques se encuentra primero al pie de las montañas entre 1.500 y 1.800 metros y continúa hacia la línea de demarcación de la zona maderera entre 3.000 y 3.700 metros sobre el nivel del mar. La mayor parte de estos bosques de montaña están situados en regiones remotas a lo largo de la cordillera de los Andes y en América Central y todavía son inaccesibles. En muchos casos se considera que su única función es la de protección.

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF. 3/L. 4.0.

Actualmente se explotan sólo 10 millones de hectáreas, principalmente en Chile y la Argentina, de las cuales se obtienen algunas maderas valiosas; hasta ahora la mayor parte de los árboles que se cortan se aprovecha en el lugar y no es frecuente la explotación en escala industrial.

c) Plantaciones

Además de los bosques naturales de pino y araucaria, cabe mencionar, como posible fuente importante de madera para celulosa en América Latina, las plantaciones de coníferas. Teóricamente, 15 a 20 millones de hectáreas de coníferas de rápido crecimiento podrían suministrar madera para celulosa en suficiente cantidad (de 160 a 180 millones de metros cúbicos) para producir toda la pasta que el mundo necesita; asimismo puede afirmarse que para obtener tal cantidad de madera para pasta y si se consideran también los suministros adecuados de leña, troncos para aserrar y otros tipos de madera industrial, bastarían 100 millones de hectáreas.

En investigaciones sistemáticas, así como en la selección experimental, se ha comprobado que hay muchas especies de rápido crecimiento de las que se puede obtener madera para celulosa en breve tiempo. El cultivo rotatorio puede practicarse a intervalos de 15 a 30 años, y después de 6 a 10 se recomienda el raleo a fin de obtener madera para la fabricación de celulosa. A veces el crecimiento de algunas especies en las plantaciones es espectacular en comparación con el que experimentan en el lugar de que normalmente proceden. De las plantaciones se pueden obtener, en forma rápida y en una región de extensión limitada, enormes cantidades de material homogéneo. El costo puede ser menor que en el caso de trozas extraídas de bosques naturales; por otra parte, el material de medidas normalizadas permite efectuar ciertas economías en materia de transporte y elaboración.

El pino insigne (*Pinus radiata*), que desde 1935 se cultiva en gran escala en Chile, cubre actualmente 200 mil hectáreas situadas sobre todo en la región de Concepción. Según cálculos conservadores, el promedio de crecimiento anual es de 20 metros cúbicos y aún más. Según se espera, en 10 años el volumen de madera disponible anualmente será de 4 millones de metros cúbicos.

El pino del Paraná se cultiva desde 1944 en los cinco estados situados en el extremo meridional del Brasil. Pese a muchas dificultades, se han plantado 2.500 hectáreas y se obtuvo así una experiencia inapreciable; la labor correspondiente la realizó el Instituto Nacional do Pinho. Además, varias empresas privadas emprendedoras se han dedicado también al cultivo de esta especie; según informes, han logrado, a pesar de algunas dificultades, cubrir unas 11.500 hectáreas.

Aparte de las plantaciones de coníferas, hay especies latifoliadas subtropicales, de las cuales también se puede obtener con suma rapidez gran cantidad de material para la industria de celulosa. En el Brasil, por ejemplo, se han ensayado unas 144 especies de eucalipto; seis de ellas han sido cultivadas en gran escala. Éxito especial han tenido la *E. saligna* y la *E. grandis*, dos especies adecuadas para la fabricación de papel y celulosa. Únicamente en el Estado de São Paulo, en 1941 se plantaron en total 1.000 millones de árboles, en unas 400 mil hectáreas. El eucalipto ha sido cultivado también en otros países latinoamericanos; en la Argentina, verbigracia, se plantó un millón en 1953. Otros países en que se cultiva este árbol son Cuba y el Uruguay.

El álamo y el sauce son también fuente potencial im-

portante de materia prima para la extracción de celulosa. Las plantaciones más extensas de América Latina son las del delta del Paraná, en la Argentina, donde se han plantado ya 100 mil hectáreas de una superficie total de un millón. Los bosques de mejor calidad revelan un promedio de crecimiento anual de 20 a 30 metros cúbicos por hectárea durante los primeros 10 a 12 años.

En este breve resumen se han mencionado algunos de los recursos forestales más importantes de América Latina que, además de las especies latifoliadas tropicales y subtropicales, son capaces de contribuir a la expansión futura de la industria regional de papel y celulosa. En las secciones siguientes se tratará con mayor detalle de algunos de estos recursos forestales.

2. EL PINO INSIGNE EN CHILE

El pino insigne es oriundo de una región muy pequeña (30 millas cuadradas aproximadamente) de la región de Monterey, California, en la cual nunca tuvo importancia económica. Hoy día hay en el hemisferio meridional más de medio millón de hectáreas de plantaciones de esta especie que cuentan con grandes existencias. La mitad de estas plantaciones se encuentra en Nueva Zelanda y hay unas 250 mil hectáreas en Chile, más o menos a la misma latitud que las de Nueva Zelanda.

El cultivo en gran escala de esta especie se ha efectuado en Chile desde 1935, principalmente en las siete provincias situadas alrededor de la ciudad de Concepción y del vecino puerto de Talcahuano, cerca de la planta de acero de Huachipato y a unos 550 kilómetros al sur de Santiago.

La composición por edad de alrededor de 173 mil hectáreas de estas plantaciones, queda reflejada en los porcentajes siguientes:¹

Edad en años	Porcientos de la superficie total ^a
1-3	20
4-6	27
7-9	23
10-12	16
13-15	9
16-18	3
sobre 19	2

^a En 1953.

Así pues, sólo el 40 por ciento de la superficie está cubierto de árboles de más de 12 años, mientras que los árboles de 6 años y menos cubren casi la mitad de la superficie total.

Alrededor del 85 por ciento de las plantaciones son de propiedad privada. Una característica muy notable de las plantaciones de este tipo de pino en Chile es la función que desempeña la inversión privada, sobre todo la de numerosas personas de moderados recursos, y lo que se logra mediante tales inversiones. Sin tener que solicitar préstamos extranjeros o fondos para inversiones, el público chileno ha proporcionado los fondos necesarios para plantar unas 180 mil hectáreas. Varias compañías privadas han tenido una función importante en esta labor, y el Departamento de Bosques, del Ministerio de Tierras y Colonización de Chile, ha cooperado en gran medida proporcionando a los dueños de propiedades agrícolas una buena cantidad de

¹ Estos datos y otros contenidos en la presente sección son tomados del documento ST/ECLA/CONF.3/L. 7.4, titulado *Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en Chile*, por la Corporación de Fomento de la Producción de Chile. También se ha utilizado el texto de una conferencia sobre *El Pino insigne*, dada en la Universidad de Concepción en julio de 1954 por C. W. Scott, profesor de aprovechamiento de la madera en la Universidad de Chile, Santiago.

semillones a precios razonables. Finalmente ha sido de gran valor una ley por la cual quedan exentas de contribución durante 30 años las tierras plantadas de bosques.

El crecimiento de esta especie es extremadamente rápido y no son raros los casos de crecimiento de 30 y más metros cúbicos por hectárea. El promedio de crecimiento de las plantaciones en su conjunto puede ser, en cifras moderadas, de 20 metros cúbicos por hectárea.

La Corporación de Fomento de la Producción estima que la producción total obtenible anualmente de estas plantaciones es la siguiente:

Año	Volumen total de madera disponible (En miles de m ³)
1957	400
1958	658
1959	917
1960	1.175
1961	2.068
1962	2.961
1963	3.854
1964	3.993
1965	4.132
1966	4.271

Estas cifras son en verdad notables; revelan claramente que se obtendrá suficiente cantidad de madera tanto para aserrar como para la producción de celulosa. Por otra parte, no necesita destacarse la conveniencia de aprovecharla en forma integrada. Además, este nivel de producción puede mantenerse en forma permanente, ya que en esta zona la especie de que se trata se cultiva fácilmente, no requiere gran cuidado y se presta a la reforestación natural. Una gran compañía está tratando de renovar todas sus plantaciones mediante ese método. Si hay necesidad de mejorar la fertilidad del terreno se recomienda la plantación de semillas leguminosas.

Hay también otros factores por los cuales estos bosques de pino insigne ofrecen perspectivas excepcionales para la fabricación de papel y celulosa. La región es hoy accesible por carretera o ferrocarril al puerto marítimo de Talcahuano o lo será completamente en el futuro; hay abundantes recursos de energía eléctrica (aproximadamente a 1.7 pesos chilenos por KWH en 1954¹). Es posible organizar un sistema de abastecimiento de agua y los desperdicios pueden arrojarse al mar. En las provincias septentrionales de Chile (cerca de Antofagasta) o en el sur hay recursos de productos químicos básicos.

La distancia en línea recta desde las plantaciones hasta el puerto es de 15 a 160 kilómetros; en lo que respecta a las plantaciones vecinas a Constitución el promedio es de unos 80 kilómetros. Pero en muchos casos estas distancias tendrán que ser aumentadas al doble para tener en cuenta las rutas por las cuales transitarán los camiones. El terreno es ondulado y no ofrece dificultades especiales. En algunas regiones no hay rocas ni cascajo. Los ríos, generalmente anchos, se inundan en algunas estaciones y se secan en otras; no hay, pues, corrientes de agua permanentes aptas para el transporte fluvial.

El sistema de carreteras es actualmente muy limitado y poco satisfactorio. Los propietarios de pequeñas plantaciones confían en general en que el gobierno les proporcione caminos y, según se dice, el valor de los terrenos para plantaciones será diez veces mayor si se abre un nuevo camino que permita el acceso a los bosques desde una región más o menos cercana. No obstante, en comparación con los bosques de especies latifoliadas de las regiones andinas y

con muchos otros bosques de América Latina, puede decirse que estas plantaciones son fácilmente accesibles.

El volumen de madera que se espera obtener de estas plantaciones plantea algunos problemas. En 1946, por ejemplo, se estimó² que los futuros abastecimientos de pino insigne de las plantaciones de Chile excederían casi en un tercio la capacidad de los mercados previstos. Esas estimaciones eran un tanto pesimistas y es verdad que desde entonces se han producido muchos cambios. Así pues, se pensó que Chile se ocuparía únicamente de subvenir a sus propias necesidades de papel (que se triplicarían, según se estimó) y que se prescindiría de las exportaciones de papel y celulosa. Se han aprobado planes para la construcción, que ya se ha iniciado, de dos fábricas que en conjunto producirán 50 mil toneladas de pasta al sulfato, 44 mil de papel de diario, 6 mil de papel kraft y 4.500 de cartón. Tal programa de producción bastará sobradamente para satisfacer algunas de las necesidades actuales de Chile, aunque sin duda éstas habrán aumentado cuando las fábricas queden definitivamente instaladas y en condiciones de dar su máximo rendimiento. Es evidente que no queda descartada en forma alguna la posibilidad de establecer una industria de exportación de papel y celulosa basada en la explotación de estas plantaciones; según informes obtenidos, ya se han entablado negociaciones encaminadas al establecimiento de una fábrica de celulosa disolvente, sobre todo para exportación. Aunque los mercados de la región no están muy bien situados para entrar en competencia con muchos de los de papel y celulosa en el mundo, la ampliación de esos mercados se efectúa en forma rápida y a menudo a un ritmo más acelerado que el de la producción local. Además, muchos países acogerán con agrado la posibilidad de obtener las importaciones que necesitaban de una fuente que no requiere gastos en moneda fuerte. Hay sin duda una región muy extensa dentro de la cual podrán competir con éxito los productos chilenos. Conviene recordar que, como consecuencia de la cantidad de madera disponible para celulosa, es probable que disminuya su precio en relación con el de la madera de pino utilizada con otros fines, por ejemplo, la madera para aserrar; tal efecto se acentuará si los propietarios hacen cortas completas cuando los árboles son jóvenes todavía, por ejemplo a los 15 años, como suelen hacerlo.

En resumen, los recursos de pino insigne de Chile bastan para subvenir a las necesidades de papel y celulosa del país durante muchos años; tales recursos se cuentan entre los más importantes y valiosos de la región, y pueden contribuir en gran medida a satisfacer la necesidad creciente de tales productos en otros lugares de América Latina.

3. EL PINO DEL PARANÁ

El pino del Paraná (*Araucaria angustifolia*) es actualmente la conífera latinoamericana más importante y la principal madera de exportación. Los bosques principales están situados en el Brasil, sobre todo en el Estado de Paraná; hay también bosques pequeños, pero importantes, en Santa Catarina y Rio Grande do Sul y en la Argentina, en el territorio de Misiones.³

El pino del Paraná alcanza una altura que sobrepasa a menudo los 40 metros; el diámetro medio de su tronco

² Servicio Forestal, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en cooperación con la Corporación de Fomento de la Producción de Chile, *Forest Resources of Chile as a basis for Industrial Expansion*, diciembre de 1946.

³ Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.4.6: *Acción forestal del gobierno argentino para incrementar la fabricación de papel y celulosa*, preparado por la Administración Nacional de Bosques del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la República Argentina.

¹ Aproximadamente, 0,006 dólares, en octubre de 1954.

es de un metro; está clasificado en la categoría de coníferas blancas; tiene un peso específico de 0,50 a 0,55 y produce fibras largas (3,5 milímetros como promedio). Se presta admirablemente para la fabricación de celulosa y es una de las especies más importantes a tal objeto del Brasil y la Argentina. Si se exceptúan los bosques más accesibles de esta especie —los de Misiones, Argentina, y algunos de los bosques menores del Brasil—, la extracción del pino del Paraná es actualmente difícil debido a la distancia a que se encuentra del mar y de los centros de consumo y al correspondiente costo de transporte desde las regiones en donde crece. En la parte montañosa septentrional esa dificultad obedece a la deficiente reforestación natural, que impide obtener un rendimiento uniforme. Esta reforestación insuficiente quizá se debe al invierno un tanto seco, que los semillones no resisten fácilmente, al hecho de que los animales domésticos y salvajes gustan de la semilla, a los incendios y a otros factores. En el sur, donde el verano es más húmedo, la reforestación natural es más satisfactoria. Si los bosques naturales de los terrenos no agrícolas pudieran conservarse hasta que el aumento de la población, el mejoramiento de los medios de comunicación y el incremento del consumo de papel logren modificar las condiciones económicas de la explotación forestal, no cabe duda de que estos bosques serían sumamente valiosos no sólo como fuente de madera para aserrar y madera terciada —así como de material de fibra larga para la fabricación de papel, celulosa y cartón—, sino también porque permitirían un desarrollo integrado. Se ha estimado que estos bosques no durarán más de 40 años si, con el propósito principal o exclusivo de obtener madera para aserrar, la tala continúa como hasta ahora sin asegurar una adecuada reforestación.

Además de los bosques naturales de esta especie, son comunes las plantaciones. El Instituto Nacional do Pinho y algunas empresas privadas se han dedicado en el Brasil al cultivo de ella y, pese a ciertas dificultades, hasta ahora se han plantado con éxito unas 14.000 hectáreas. En la Argentina, con la ayuda del gobierno, se realizan también trabajos en esta materia en el territorio de Misiones, de donde es originaria la especie; el objetivo que se persigue consiste en explotar los bosques que existen en estado natural, sobre todo para extraer celulosa, y en replantar la misma especie a fin de asegurar en forma permanente un rendimiento adecuado.

Las dificultades de crear bosques artificiales son, en general, similares a las que obstruyen la regeneración natural. Como semillón, el pino del Paraná tiene una larga raíz fusiforme que hace difícil su manejo en los viveros. En Australia se resolvieron con éxito dificultades semejantes provocadas por la especie conexas denominada *Araucaria cunninghamii* o *hoop pine* y sin duda la experiencia de este país será de gran valor en América Latina.

En un interesante informe sobre el pino del Paraná presentado al gobierno del Brasil¹ se han recomendado ciertas medidas prácticas para acelerar el ritmo de plantación de este árbol y reducir el costo de los trabajos. Se abordó también la cuestión de la plantación en las praderas o "campo limpo" del Brasil, en comparación con su cultivo en el lugar de procedencia. Aunque la plantación en el "campo limpo" es más fácil, el crecimiento es poco uniforme y deficiente, y a la larga resulta más caro; en consecuencia, es probable que pueda cultivarse esta especie fuera de la región de que es originaria.

¹ Informe del señor L. J. Rogers (Australia), experto de la FAO, que en 1953 visitó el Brasil invitado por el gobierno de este país.

El eucalipto² es originario de Australia, donde se conocen unas 400 especies. En 1920 se iniciaron experimentos para determinar si se prestaba a la fabricación de papel y celulosa, pero la producción comercial de pasta a base de esta materia prima data sólo de 1938. Actualmente se utilizan con tal objeto 17 especies en las diferentes regiones de la Comunidad Británica de Naciones; otras especies se prestan también a la fabricación de celulosa, pero por razones económicas —inaccesibilidad, dispersión de los árboles, distancia de las fábricas o de los mercados— su empleo no es conveniente.

La explotación del eucalipto en gran escala en el Brasil se debe a la labor desarrollada en vida por el señor Edmundo Navarro de Andrade, ex jefe del Servicio Forestal de la Compañía Paulista de Ferrocarriles. A principios de este siglo había en el Brasil varios tipos de eucalipto, principalmente en los parques y jardines. Como resultado de los experimentos llevados a cabo por el señor Andrade con muchas especies forestales autóctonas y extranjeras, la junta directiva de esta compañía decidió emprender el cultivo de esta especie como base para el desarrollo de sus bosques. Se han hecho ensayos con 144 especies y 6 de ellas se cultivan en gran escala. Hasta ahora la Compañía Paulista de Ferrocarriles ha plantado 40 millones de árboles.

Muchos particulares, dueños de plantaciones, siguieron muy pronto el ejemplo de la Compañía Paulista en esta región pobre en bosques y se estima que únicamente en el Estado de São Paulo existen hoy 1.000 millones de eucaliptos, lo que representa, a 2 m. x 2 m., unas 40.000 hectáreas. La madera de este árbol se vende principalmente en mercado abierto y se emplea como combustible, en la construcción y para otros fines. Hay varias especies adecuadas para la fabricación de celulosa; entre ellas han tenido particular éxito la *E. saligna* y la *E. grandis*. Tres fábricas del Estado producen hoy día celulosa a base de eucalipto y otras tres proyectan hacerlo dentro de poco. Aunque, por el ritmo excesivamente rápido de su crecimiento, no se presta para la fabricación de toda clase de papel, desempeñará una función importante en el desarrollo de la industria de celulosa. En general, conviene mezclar la pasta obtenida de esta especie con pasta de fibra larga.

El eucalipto ha sido introducido también en muchos países latinoamericanos, principalmente en la Argentina y México. La gran variedad de la familia del eucalipto significa que hay algunas especies de muy diversas cualidades, adaptadas a una gran variedad de terrenos y climas. Es posible que en el futuro varios países de la región se den cuenta de que las plantaciones de eucalipto de especies seleccionadas contribuirán en forma significativa a fomentar la fabricación de pastas de fibra corta.

5. PINO CENTROAMERICANO

Otra gran ventaja de América Latina en lo que respecta a bosques naturales de coníferas es la existencia de grandes superficies cubiertas de diversas especies de *pinus* en México y Centroamérica, sobre todo en Honduras y Nicaragua. En general, este pino es semejante al *slash pine* (*P. elliotii*, ex *caribaea*) del sureste de los Estados Unidos, es decir, una de las cuatro especies que se venden en ese país como *southern yellow pine* y en Gran Bretaña como

² Véanse los documentos ST/ECLA/CONF. 3/L.4.4: *El cultivo de eucalipto en el Estado de São Paulo*, por Armando Navarro Sampaio y ST/ECLA/CONF.3/L.4.9: *Fabricación de papel y celulosa de eucalipto de Australia*, por R. B. Jeffreys.

pitch pine; pero hay también pinos más livianos y más fáciles de trabajar y de clavar, tales como el *P. patula*, que tanto éxitos y valor tiene como planta exótica en el África del Sur. Todos estos pinos se prestan para la extracción de celulosa además de ser valiosos por la madera para aserrar que de ellos se obtiene.

Sin embargo, al igual que la mayor parte de las plantaciones de pino del Paraná (*Araucaria angustifolia*) del Brasil, el cultivo de los verdaderos pinos (*Pinus spp.*) de México y América Central se hace actualmente difícil debido al terreno montañoso o deficiente en el cual crecen en su mayor parte. En México los bosques principales están situados a una altura que varía entre 1.200 y 3.300 metros (3.900 a 10.700 pies) sobre el nivel del mar, y en los más accesibles se procede ya a cortar árboles con objeto de obtener madera para aserrar. Algunos de los pinos centroamericanos, que se encuentran a menor altura pero en regiones menos desarrolladas todavía, son devorados por los incendios y en ellas se practica el cultivo nómada y la tala sin medida a fin de obtener madera para aserrar y leña. Por otra parte, en muchas regiones conviene proteger estos bosques contra los incendios, el pastoreo y la tala irracional, para que pueda llevarse a cabo la reforestación natural en condiciones satisfactorias. Con tal protección, estos bosques llegarán a ser —tal vez antes de la fecha esperada— factor importante para que los países interesados los aprovechen en forma integrada como fuente de madera para aserrar, papel, celulosa y cartón de fibra. Otros bosques de coníferas situados en regiones lejanas del hemisferio septentrional se han convertido en fuentes económicas de celulosa o lo serán en el futuro.¹

En su debida oportunidad esto será económicamente posible en México y Centroamérica siempre que en el intervalo no se destruyan los bosques de pino.

Según la experiencia obtenida en México y otros lugares, muchos de estos pinos podrían plantarse con gran ventaja en los países de los cuales son originarios aprovechando tierras accesibles no aptas para la agricultura.

6. EL ÁLAMO Y EL SAUCE ÁLAMO

La Argentina es el consumidor más grande de papel de América Latina y el segundo de los grandes productores. No obstante, es uno de los países de la región que posee menos recursos fibrosos para la fabricación de papel y celulosa. Ya se ha hecho referencia al pino del Paraná que crece en el territorio de Misiones; sus otros recursos importantes se encuentran en las grandes plantaciones de sauce y el tipo híbrido de sauce álamo en el delta del Paraná.²

En esta región hay unas 700 mil hectáreas disponibles para plantaciones; está situada a corta distancia de la capital federal, que es uno de los principales centros de consumo, y posee excelentes servicios de navegación fluvial para transportar la madera para celulosa, otras materias

¹ A manera de ejemplo basta citar el reciente desarrollo de la industria de la celulosa en algunos estados centrales de los Estados Unidos, como Arizona e Idaho, lejos del mar y de los mercados principales. Véase el artículo sobre este tema publicado en el *Journal of Forestry*, Estados Unidos, agosto de 1954.

² Véanse los documentos ST/ECLA/CONF.3/L.4.3: *Madera para papel obtenida de salicáceas del Delta del Paraná*, de Enrique G. Valente; ST/ECLA/CONF.3/L.4.8: *Elaboración de celulosa y pasta mecánica de sauce, sauce-álamo y álamo*, por Celulosa Argentina, S. A. En el delta la plantación no se limita a las especies salicáceas; véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.4.5: *Madera para papel obtenida de plantaciones de coníferas exóticas en el delta del Paraná*, por Celulosa Argentina, S. A.

primas y productos acabados. De este sauce se obtienen hoy día alrededor de 30.000 toneladas de celulosa y se proyecta duplicar la producción. En el futuro la Argentina dependerá totalmente de las plantaciones de esta región para abastecerse de pasta mecánica. A pesar de la significativa importancia del sauce álamo (*Salix alba* var. *caerulea*), actualmente se extrae celulosa de otras varias especies. Además, se llevan a cabo numerosos ensayos a fin de determinar qué especies y variedades se prestan mejor para la reforestación. Por ejemplo, en terrenos experimentales se estudia el comportamiento de 500 variedades de salicáceas procedentes de todas las regiones del mundo. En lo que respecta al álamo, la experiencia muestra la conveniencia de explotar principalmente los euroamericanos I-154 y I-214.

Únicamente la reforestación en gran escala puede resolver en la Argentina el problema de las materias primas para la industria de la celulosa. El gobierno estimula y facilita de diversa manera la plantación con fondos privados. Aunque el caso de los sauces y sauces-álamos en el delta del Paraná sea tal vez único en América Latina, es evidente que servirá de base para uno de los centros más importantes de papel y celulosa de toda la región.

7. ESPECIES LATIFOLIADAS DE ZONA TEMPLADA

En América Latina los bosques naturales de especies latifoliadas de zona templada más abundantes y de mejor calidad se encuentran en los Andes chilenos; hay también algunos de menor extensión en la cordillera de la costa. De dos especies se obtiene casi la mitad de la madera: de un tipo de haya antártica denominado coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y de una especie de peso moderado, la tepa (*Laurelia serrata*). No hay prácticamente plantaciones de ninguno de estos tipos de especies latifoliadas. En los mejores bosques y en los más accesibles se practica la tala intensiva sólo con objeto de extraer madera para aserrar y a menudo no se obtiene más que de las especies más valiosas. Sería muy conveniente encontrar una salida para las especies menos valiosas y para la madera de desecho que queda en los aserraderos. La mejor manera de aprovecharla sería su empleo integrado, incluso la extracción de celulosa, de ser esto económicamente posible. Estos bosques de especies latifoliadas de zona templada están situados en terrenos más escarpados y remotos que las plantaciones de pino insigne y la madera que de ellos se obtiene es de fibras más cortas que la de las coníferas. Como materia prima para la fabricación de celulosa, las especies latifoliadas competirán difícilmente con el pino insigne en Chile.

Los bosques de especies latifoliadas de las zonas templadas de México y América Central, de encina (*Quercus*) y otras especies, se resisten de las desventajas a que se ha hecho referencia en grado mayor que las especies latifoliadas de Chile; están situados en regiones tan remotas como los pinos de esas regiones, e incluso a una distancia mayor, y son menos aptos para la fabricación de celulosa. Por estas razones los bosques de especies latifoliadas de zona templada no pueden considerarse en América Latina como una fuente promisoría, de pasta y celulosa.

8. PROBLEMAS DE LAS PLANTACIONES

Si no se toman en cuenta las especies latifoliadas tropicales y subtropicales, es evidente que entre los recursos forestales, los más prometedores de América Latina son las plantaciones y no los bosques naturales. Esto se debe en parte a que algunos de los bosques naturales están situados en

regiones remotas difíciles de explotar y en parte a que la escasez de madera que han experimentado algunas regiones en el pasado ha fomentado las plantaciones en gran escala, que hoy día empiezan a dar frutos. Así pues, en algunos países las plantaciones existentes ofrecen mejores posibilidades que los bosques naturales para el desarrollo de la industria del papel y celulosa; en otros, sólo las plantaciones pueden resolver el problema de la escasez de material fibroso. A menudo se observa la tendencia a considerar que las plantaciones constituyen una mejor solución del problema de obtener un rendimiento continuo y uniforme, que la de vencer las dificultades que presenta la explotación de bosques naturales. Y hay razones evidentes para tal tendencia: en una región concentrada, las plantaciones pueden proporcionar en forma permanente grandes cantidades de material y pasta de calidad homogénea y de volumen uniforme, lo que facilita su transporte, preparación y elaboración.

Hay ventajas reales pero también peligros en el sistema de plantaciones en gran escala: las plantaciones no deben competir con la explotación agrícola. Esto es importante sobre todo en las regiones densamente pobladas, donde conviene dedicar a las plantaciones sólo el terreno inadecuado para la agricultura o la ganadería. En muchos de los bosques artificiales predomina una sola especie y se ha observado que los bosques homogéneos son más susceptibles a las epidemias que los bosques mezclados; los que cuentan con árboles de la misma edad son los más susceptibles de todos. El monocultivo puede contribuir a empobrecer el terreno a la larga. Además, las especies exóticas suelen estar más expuestas a las enfermedades en las plantaciones que en su lugar de origen natural. Pero se cree que, tomando las precauciones convenientes, los riesgos pueden reducirse al mínimo. Después de todo, los bosques naturales pueden ser homogéneos y a menudo son devastados por las epidemias; ejemplo notable de éstas es la plaga del castaño (*Castanea*) en los Estados Unidos. La agricultura no abandonará el monocultivo, pero adopta las medidas convenientes para practicarlo sin peligro alguno.

En un artículo reciente del profesor Boyce¹ se presenta información sobre los daños causados en el pasado por las epidemias de hongos e insectos; se menciona la relativa ausencia de enfermedades que se observa hasta la fecha en los cultivos homogéneos de *Pinus radiata* (pino insigne) en Nueva Zelandia, Chile, Australia y África del Sur, pero se recomienda no descuidar la situación. La vida o período de rotación relativamente breve que es necesario para que los árboles de rápido crecimiento den madera de celulosa y madera para aserrar, reduce los riesgos financieros; pero en el África del Sur se ha mostrado en forma excelente cómo éstos pueden ser reducidos todavía más cultivando varias especies de pinos en rodales puros de poca extensión. Por ejemplo se han plantado unas ochos especies de pino, pero ninguna representa más del 26 por ciento del total; el pino insigne representa sólo el 10 por ciento. Además del *Pinus radiata*, se obtiene un alto grado de crecimiento de las especies siguientes: *Pinus pinaster* (marítima, de especie seleccionada), *P. caribaea*, *P. longifolia*, *P. patula*, *P. taeda*, etc.

En América del Norte, Australia y Nueva Zelandia se ha estudiado y organizado en forma especial el problema de la protección contra los incendios. Hay abundante literatura sobre la experiencia obtenida al respecto por éstos y otros países. En algunas regiones de América Latina se han adop-

tado medidas eficaces para proteger de los incendios a las plantaciones especialmente de coníferas, que son fácilmente inflamables.

El empobrecimiento del suelo debido a las plantaciones de eucalipto presenta características especiales y puede ser necesario mezclar esos eucaliptos con leguminosas que fijan en la tierra el nitrógeno del aire. Es típica la experiencia de Alemania en lo que respecta a los riesgos del cultivo del abeto (*Picea abies* syn. *excelsa*) cortado a raíz después de cultivos rotatorios de breve duración en especial o casi exclusivamente en terrenos o lugares que por razones climáticas o de índole diversa no se prestan para el cultivo de otras especies. No conviene cultivar las especies en lugares en que no prosperan naturalmente y —tal cual se hace en la agricultura— se deben estudiar las condiciones en que queda el terreno como consecuencia del cultivo homogéneo y rotatorio a intervalos breves. Conviene proceder a un análisis minucioso de las especies seleccionadas y efectuar investigaciones completas al respecto antes de aplicar un programa de plantaciones en gran escala, que debe también prever la identificación de enfermedades y epidemias causadas por insectos, así como los medios para combatirlas.

Por último, hay en América Latina tantas tierras baldías aptas para la reforestación que no es necesario emplear terrenos cultivables para tal fin ni cortar especies latifoliadas de importancia a fin de plantar coníferas. Hay en la región zonas extensas en que la necesidad de reforestación es urgente sólo por razones de protección y sin atender al valor potencial que tiene el rendimiento de las especies mencionadas.

Según el inventario forestal mundial llevado a cabo por la FAO en 1953, se plantaron durante el quinquenio 1947-52 unas 80 mil hectáreas en bosques, especialmente en la Argentina, el Brasil, Chile y Uruguay. En dicho inventario se señala también que los planes actuales de reforestación para el período 1953-57 comprende en total más de 300 mil hectáreas.

9. CONCLUSIÓN

Ningún país de América Latina es hoy día autosuficiente en materia de papel y celulosa. Cada uno de estos países comprende muy bien que la dependencia excesiva de las importaciones entraña inevitablemente el peligro de restringir el consumo. En aquéllos en que los mercados internos son tan pequeños que no es posible establecer una industria nacional, no queda otra cosa que aceptar tal situación, al menos por ahora. Pero en todos los demás en que el mercado interno es lo suficientemente amplio para respaldar una industria autóctona de tamaño económico existe el problema de producir papel y celulosa y un gran interés por resolverlo. Al tratar de lograr esa meta, cada país considerará primero y ante todo los recursos que actualmente posee en material fibroso; si no cuenta con fibras adecuadas en cantidad suficiente, estudiará la posibilidad de aumentar sus recursos en la medida conveniente. Este interés no es en forma alguna expresión de sistemas autárquicos de gran trascendencia; refleja más bien el deseo natural de tener cierta seguridad de que se dispondrá de una materia prima fundamental.

De lo anterior, se infiere que la solución que se adopte variará de un país a otro; de ello se infiere asimismo que cualquier intento de asignar a los diversos recursos de la región un orden de preferencia, ya sea en cuanto a su volumen, adaptabilidad o perspectivas económicas, sería una tarea innecesaria aunque tal asignación fuese posible.

¹ Véase *Unasylva*, vol. 8, n° 1, marzo de 1954.

Cada uno de los recursos forestales examinados en este documento desempeñará determinada función en el desarrollo de la producción de papel y celulosa en América Latina. Es posible que algunos sean importantes no sólo en el plano local; si tal cosa sucede, se deberá a que sus productos han competido con éxito en los mercados vecinos tanto en precio como en calidad y no por haber sido escogidos como objeto de desarrollo especial en algún plan regional. Aunque cada país tratará de establecer una industria nacional en una escala que le permita protegerse contra la escasez futura de papel, ninguno habrá de tener como objetivo la autosuficiencia absoluta, por muchos sacrificios que tenga que hacer. Así pues, la situación del mercado determinará en última instancia el momento oportuno para iniciar la especialización dentro de la región y el lugar adecuado para tal efecto.

Por las razones antedichas, en el presente documento no se ha tratado de confrontar el pino insigne de Chile con el sauce álamo del delta del Paraná, el eucalipto del Brasil con el pino de América Central, las coníferas de bosques naturales con las plantaciones. Se ha tratado simplemente de precisar que América Latina posee, además de sus inmensas reservas de bosques de especies latifoliadas tropicales y subtropicales, una enorme riqueza de otros recursos forestales de gran variedad, todos los cuales pueden contribuir en medida importante a satisfacer sus necesidades futuras de papel y celulosa.

APÉNDICE

ALGUNOS EJEMPLOS DE COSTOS DE PLANTACIÓN

Las notas siguientes proporcionan ejemplos de costo de determinadas plantaciones en algunos países latinoamericanos. Los costos no son comparables, no sólo porque se han compilado de diferente manera, sino también porque no incluyen las mismas partidas. Por ejemplo, en el caso de la plantación de eucalipto de São Paulo se incluye el arriendo de la tierra, que no se ha considerado en los demás casos, a pesar de que en el ejemplo del pino insigne chileno se proporciona en una nota cierta información respecto al

valor de la tierra. El ejemplo chileno comprende sólo los costos correspondientes a los dos primeros años; los restantes, a todo el período de desarrollo. Además, con estos últimos se incluyen intereses y no en el caso de la plantación de Chile; probablemente deberían calcularse sobre un período superior a 12-15 años, es decir, para una rotación más larga que en el eucalipto de São Paulo o en el álamo y sauce-álamo del delta del Paraná.

Cuadro 1

PINO INSIGNE DE CHILE (Pesos chilenos^a por hectárea)

Especie: Pino insigne (*P. radiata*)

2,500 árboles por hectárea; espaciamiento: 2 x 2 metros.

Operación	Estimación más baja ^b	Estimación más alta ^b
1. Limpieza del terreno para prepararlo para la plantación	1.260	2.000 ^c
2. Alineamiento de la plantación	200	3,264
3. Hoyos para los semillones	500	
4. Plantación	400	
5. Replante del 30 por ciento	255	
6. Semillones (trasplante a los dos años)	975	
7. Siembra	500	2.000
8. Alambrado	1.800	1.800
9. Impuestos	1.360	3.000
10. Gastos indirectos incl. gastos gen.	1.360	
Total	8.610	19.564

Promedio: Aproximadamente 14 mil pesos chilenos por hectárea.

^a Cuando se hicieron estos cálculos (septiembre de 1954), el tipo de cambio de paridad o poder adquisitivo equivalente se estimó a razón de 276 pesos chilenos por dólar de Estados Unidos.

^b Datos proporcionados a la Misión Forestal de la FAO en Chile. Las estimaciones incluyen los costos hasta el segundo año, pero no el valor de la tierra. En la zona de Concepción el valor medio en 1954 es de 7.000 pesos chilenos por hectárea para tierras no agrícolas apropiadas para la plantación de pinos; fluctúa entre 3.000 para las tierras pobres y lejanas y 15.000 pesos chilenos por hectárea para tierras buenas y accesibles, cerca de los caminos o ferrocarriles.

^c Incluye el arado.

Cuadro 2

EUCALIPTO DEL ESTADO DE SÃO PAULO (BRASIL) (Cruceros^a por hectárea)

Especie: *Eucalyptus var.*

Período de desarrollo: 7 años

2,500 árboles por hectárea; espaciamiento: 2 x 2 metros

Operación	Caso I ^b	Caso II ^c	Caso III ^d
1. Desmote y limpieza	1.395	2.500	2.500
2. Exterminio de plagas (principalmente la hormiga «sauva»)	30	30	30
3. Arado	460	612	—
4. Rastreado	50	170	—
5. Alineamiento y hoyos	90	110	2.750
6. Semillones ^e (viveros)	1.125	1.125	1.125
7. Plantación	270	270	270
8. Cultivo y limpieza ^f	1.680	2.520	6.000
9. Inspección y control de plagas	2.500	2.500	2.500
Gastos totales de operación	7.600	9.837	15.175
Arriendo de la tierra ^g	1.120	1.120	1.120
Interés sobre el capital invertido ^h	4.460	5.733	8.906
Costo total de la plantación por hectárea al término de siete años	13.180	16.710	25.201

^a Cuando se hicieron estos cálculos (mayo de 1954), el cambio a la par o poder adquisitivo equivalente se estimó a razón de 32 cruceros por dólar.

^b Caso I: con equipo mecanizado sobre terreno plano.

^c Caso II: sin equipo mecanizado sobre terreno plano.

^d Caso III: sin equipo mecanizado sobre terreno inclinado donde no es posible arar.

^e Incluye el costo de la semilla, siembra, trasplante, cuidado y transporte de los semillones hasta la plantación.

^f Seis limpiezas anuales durante los dos primeros años.

^g 8 por ciento anual sobre el valor de 2.000 cruceros por hectárea durante 7 años.

^h 8 por ciento anual en un período de seis años.

Cuadro 3

PINO PARANA Y SAUCE ALAMO DE LA ARGENTINA

(Pesos argentinos por hectárea)

a) MISIONES	
<i>Especie:</i> Pino Paraná (<i>Araucaria angustifolia</i>) Turno: 15 años 1.600 árboles por hectárea; espaciamiento 2 x 3 metros.	
<i>Primer año:</i>	
Desmonte y preparación del campo	820,00
Marcación	45,00
Exterminio de hormigas	360,00
Semillas, 55 kg/ha a \$12.	660,00
Hoyos y siembra	260,00
4 carpidas	900,00
Gastos varios, cuidados y vigilancia de trabajos	140,00
Total	3.185,00
<i>Segundo año:</i>	
Replante 30 por ciento aproximadamente 500 plantas a 0,40	200,00
Hoyos	150,00
Plantar aprox. 500 plantas a 0,40	200,00
3 carpidas	480,00
Exterminio de hormigas	300,00
Gastos varios, cuidados y vigilancia de trabajos	100,00
Total	1.430,00
<i>Tercer año:</i>	
Replante 10% aproximadamente 166 plantas	66,40
Hoyos	49,80
Plantar aproximadamente 166 plantas a 0,40 pesos	420,00
3 carpidas	420,00
Exterminio de hormigas	250,00
Gastos varios, cuidados y vigilancia de trabajos	80,00
Total	932,60
<i>Cuarto año:</i>	
Varios trabajos, aproximadamente	760,00
<i>Del quinto al décimoquinto año:</i>	
Limpieza calle corta fuego, seguro contra incendios, aprox. anualmente \$400.-/ha.	4.400,00
Total 1° - 15° año	10.707,60
Con la capitalización adecuada, en base del interés de 5 por ciento y turno de 15 años, el costo de la plantación por hectárea será	18.500,00
Los ingresos por hectárea, calculada a base de 300 m ³ /ha y el valor de \$150/m ³ en pie	45.000,00
Utilidad neta por hectárea	26.500,00

b) DELTA DEL PARANÁ

b) DELTA DEL PARANÁ	
<i>Especie:</i> Sauce álamo (<i>Salix alba</i> var. <i>caerulea</i>) Turno 8 años 1.600 árboles por hectárea; espaciamiento: 2 x 3 metros.	
<i>Primer año:</i>	
Drenaje	1.000,00
Desmonte, preparación del campo	500,00
Estacas	250,00
Plantar	200,00
Limpiar 3 veces utilizando guadañas entre plantas y tractor entre hileras	500,00
Lucha contra roedores	100,00
Gastos varios, vigilancia de trabajos	50,00
Total	2.600,00
<i>Segundo año:</i>	
Reposición	100,00
Limpieza de la plantación	500,00
Limpieza de zanjas	100,00
Gastos varios, vigilancia de trabajos	50,00
Total	750,00

<i>Tercer año:</i>	
Limpieza de plantación	400,00
Limpieza de zanjas	100,00
Gastos varios, vigilancia de trabajos	100,00
Total	600,00

<i>Del cuarto al octavo año:</i>	
Gastos varios, aprox. 100 m\$/ha.	500,00
Total 1° - 8° año	4.450,00

Con la capitalización adecuada, a base del interés de 5 por ciento y turno de 8 años, el costo de la plantación por hectárea a los 8 años será 6.228,00
La entrada por hectárea, en total, a base de 7.000 metros lineales de madera y 4.000 metros de tornería aprox. 170 m³ en total^b 16.000,00
Utilidad por hectárea aproximadamente 9.772,00

<i>Especie:</i> Álamo Turno 8 años	
<i>Primer año:</i>	
Drenaje	800,00
Desmonte, preparación del campo	500,00
Estacas	250,00
Plantación	100,00
Limpieza (3) empleando guadaña entre plantas y tractor entre hileras	500,00
Lucha contra roedores	100,00
Gastos varios	50,00
Total	2.300,00

<i>Segundo año:</i>	
Reposición	100,00
Limpieza de la plantación	500,00
Limpieza zanjas	100,00
Gastos varios	50,00
Total	750,00

<i>Tercer año:</i>	
Limpieza de la plantación	400,00
Limpieza zanjas	100,00
Gastos varios	100,00
Total	600,00

<i>Del cuarto al octavo año:</i>	
Gastos varios aprox. (año)	100,00
Total 4° año hasta 8° año	500,00
Total 1° - 8° año	4.150,00

Con la capitalización adecuada, a base de interés de 5 por ciento y turno de 8 años el costo de plantación, por hectárea, a los 8 años será 6.142,00
La entrada por hectárea, en total, a base de 8.000 m. lin. de madera y 4.000 m. lineales de tornería^c 35.000,00
Menos 6.142,00

Total	28.858,00
Gastos de explotación y transporte	6.000,00
Utilidad aproximada por hectárea	22.858,00

^a Cuando se hicieron estos cálculos (mayo de 1954), el tipo de cambio de paridad o de poder adquisitivo equivalente se estimó a razón de 11 pesos argentinos, por dólar.

^b 1 metro lineal de madera (de grosor superior a 3,5") de sauces en pie, hasta 2,00 pesos argentinos y 1 metro de tornería, en pie, hasta 0,40 pesos argentinos; se debe agregar 400 pesos por estacones, estacas y leña.

^c El álamo se comercializa en trozos de 2 metros lineales, cuya cotización es de 8,25 pesos promedio en el mercado y en metro lineal de tornería que se cotiza a 10,50 pesos.

LA EXPERIENCIA MEXICANA EN PLANTACIONES DE CONIFERAS PARA PAPEL Y CELULOSA¹

Hans Lenz

En México, desde antes de la Conquista, y aunque en forma rudimentaria, los aborígenes de varias zonas del país elaboraban papel. Lo utilizaban en sus ritos religiosos, como prendas de vestir y para la confección de libros y manuscritos.

En regiones aisladas perdura el sistema precortesiano de fabricarlo, aunque este papel sólo se destina a ritos y supersticiones. Se hace con la agave americana y otras especies.

Después de la Conquista sólo se emplearon para usos de imprenta papeles provenientes del exterior, pues existía una prohibición de hacerlos en México, para dar preferencia a España en todo lo relacionado con el abastecimiento de sus provincias ultramarinas, y sólo poco después de la consumación de la Independencia se instaló la primera fábrica de papel en el país. Hacia fines del siglo XIX principió a elaborarse celulosa al sulfito y los primeros desfibradores de madera permitieron emplear por vez primera pasta mecánica producida en la región. Como la producción de las fábricas de papel era reducida, durante muchos años no hubo dificultad para abastecerse de materia prima. Entonces como ahora se utilizaba leña de oyamel (*Abies religiosa*) en la elaboración de celulosa al sulfito y de pasta mecánica. Con el aumento del consumo empezó a escasear la materia prima, problema que se agudizó durante la primera guerra mundial con las restricciones impuestas a la importación de celulosa. Existía la tendencia a sobreestimar el volumen de los bosques de oyamel, lo que fue causa de que la industria papelera no tuviera al principio ningún interés o demostrara muy poco en conservar y repoblar los bosques de esta conífera. La práctica de sistematizar los procedimientos de reforestación es muy reciente en México y los resultados obtenidos hasta la fecha son meramente de carácter local.

Las personas relacionadas con la industria del papel fueron las iniciadoras de las plantaciones con fines industriales. Una de las más conocidas es la propiedad privada denominada "La Venta", situada a 24 kilómetros de la ciudad de México; tiene una superficie de 400 hectáreas, una altura media de 2,700 metros sobre el nivel del mar y un promedio de precipitación pluvial de 1,200 milímetros anuales.

El suelo de "La Venta" es de migajón arcilloso. A partir de 1917 se iniciaron los trabajos de reforestación que hasta hoy vienen llevándose a cabo. "La Venta" ha sido explotada de manera continua desde hace más de 30 años, período durante el cual, a consecuencia de la adecuada ordenación forestal, ha quintuplicado su capacidad. Las existencias son normales y puede esperarse un constante aumento en el futuro.

Originalmente no se contaba con viveros de árboles y, por tanto, la reforestación se inició dispersando los brinzales brotados espontáneamente en el bosque cercano al sitio que iba a reforestarse. Cuando en 1920 se instaló el

primer vivero, se plantaron los arbolitos en botes metálicos; posteriormente se utilizaron cilindros de papel parafinado que más adelante se sustituyeron por otros de cartón asfaltado. Tales métodos resultaron satisfactorios, pero cuando hubo necesidad de incrementar las plantaciones y de hacerlas extensivas a otros predios, se encontró que dicho procedimiento resultaba oneroso y lento y por tanto, se intentó la reforestación a raíz desnuda; se obtuvieron resultados muy satisfactorios con el pino, aunque no con el oyamel y otras especies que rendían poco. Sin embargo, paulatinamente este sistema fue desplazando a los demás. Con el pino se alcanza éxito en un 80 por ciento, pero el porcentaje de las especies de oyamel que sobreviven no es tan satisfactorio y queda aún por resolver el problema de la pérdida de dichos árboles.

Las plantaciones a raíz desnuda se ejecutan por medio de una operación manual; la mano de obra es barata y las condiciones del lugar no permiten el uso de máquinas que en otros países se utilizan con éxito.

De las 400 hectáreas de "La Venta", 220 están en explotación y las restantes corresponden a zonas protectoras o regiones donde la reforestación no ha llegado al turno calculado para su aprovechamiento. De las 220 hectáreas en explotación, el 70 por ciento corresponde a plantaciones artificiales, y el resto se compone de bosques compuestos casi exclusivamente de oyamel, que se conservaron desde un principio.

Aunque en el bosque creado por reforestación artificial están mezcladas las especies, se calcula, para fines de ordenación forestal, que el pino ocupa 170 hectáreas y el oyamel 50.

Se estableció un diámetro mínimo de corta de 35 centímetros a base de un turno de 40 años. En realidad, muchos árboles alcanzan ese diámetro en 30 años. Se han obtenido incrementos medios anuales de más de un centímetro en el diámetro, e incrementos máximos de cerca de dos centímetros en algunos años.

Por tratarse de un bosque en formación, se aplica un sistema de aprovechamiento muy moderado: sólo se explota el 35 por ciento del pino cultivado y el 56 por ciento en el caso del oyamel. La alta cifra correspondiente al oyamel se explica por la enorme cantidad de ejemplares de gran diámetro que se encuentran en el bosque original.

El caso de "La Venta" no es único. Hay otro predio particular en el que se han corroborado las experiencias hechas allí. Se trata del lugar denominado Zacayucan. El predio cubre más o menos 400 hectáreas y está situado en las inmediaciones de la zona urbana de la ciudad de México y del volcán, ahora inactivo, conocido con el nombre de "El Xitle"; su altura media sobre el nivel del mar es de 2,350 metros, y el espacio propiamente útil se reduce a unas 150 hectáreas.

El suelo es en la actualidad una capa profunda de composición volcánica. En 1936 se hicieron los primeros intentos para formar una masa arbolada en ese difícil terreno. Desde entonces ha habido que hacer frente a numerosas difi-

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.4.2, condensada.

cultades, pero se ha adquirido experiencia de sumo valor. Las finalidades que se persiguen en el predio de Zacayucan son de tipo experimental más que comercial para la empresa industrial que se ha hecho cargo del trabajo, pues el volumen de madera que puede obtenerse es insignificante.

Una parte importante de los trabajos ejecutados en "La Venta" y Zacayucan, es la que se refiere a la semilla. En el primero de dichos predios se instaló recientemente equipo moderno para la extracción, limpieza y tratamiento de la semilla, dotado de maquinaria para secar los conos y de máquinas para sacar, limpiar y separar el grano, el cual

se somete luego a un proceso de desinfección. De esta manera, en el futuro se contará con la cantidad necesaria, aun en períodos de escasez, ya que la que se obtenga en años de abundancia se conservará en la cámara frigorífica instalada al efecto.

La industria de la celulosa y el papel en México nunca ha absorbido más del 6 al 8 por ciento de la madera que se obtiene en los bosques nacionales; no obstante, el abastecimiento de productos forestales constituye un agudo problema que se pretende resolver fomentando la ordenación forestal adecuada e intensificando la reforestación.

MADERA PARA PAPEL OBTENIDA DE SALICÁCEAS DEL DELTA DEL PARANÁ¹

Enrique G. Valente

Los países de América Latina, interesados en ampliar la producción interna de papel, se preocupan muy especialmente en encontrar fuentes de materia prima para pasta mecánica, ya que ésta es de suma importancia para la fabricación de papel de diario y constituye alrededor del 80 por ciento de la composición de la pasta final para ese tipo de papel.

En la República Argentina, el delta del Paraná constituye una zona productora de madera muy apta para la elaboración de pasta mecánica, como lo demuestran las industrias allí instaladas, que la vienen empleando desde hace más o menos 40 años.

1. LA REGIÓN Y SUS CARACTERÍSTICAS

La región de que se trata está situada en la desembocadura de los ríos Paraná y Uruguay, y es particularmente en la zona del delta inferior —de más de 400.000 hectáreas— donde se ha llegado a la etapa más avanzada en la producción de salicáceas. Las diversas islas que hay en esta zona se han formado por el depósito de materiales en suspensión que arrastra el río Paraná. Cada once años más o menos, dichas islas están sujetas a inundaciones de corta duración que no sólo sirven de riego gratuito sino que al mismo tiempo constituyen un método natural de abono debido al limo que dejan las aguas al retirarse.

2. ESPECIES FORESTALES

Las salicáceas obtenidas en el delta pertenecen a los géneros *Populus L.* y *Salix L.*, conocidos por lo general con el nombre de álamo y sauce respectivamente, a los que pertenecen especies muy aptas para la elaboración de pasta mecánica.

Entre los álamos cabe mencionar el álamo criollo (*Populus nigra* var. *italica* Munch Kochne) y el álamo carolina (*P. angulata* Aiton), nombre con que se designa una forma de cultivo del *P. deltoides* Marsh. Estas especies están muy afectadas por la roya y se han reemplazado por variedades híbridas criadas en Italia, que poseen gran adaptabilidad y resistencia; entre éstas se destaca el álamo A. M. (ex *Populous curamericana* F. I 154) y otras semejantes. El sauce más apropiado para fabricar pasta mecánica es el sauce-álamo (*Salix alba L.* var. *calva* Meyer). Aunque no tan apreciado por su madera como éste, se cultivan otros varios tipos de sauce por su mayor rusticidad.

3. REPRODUCCIÓN

Las salicáceas se reproducen por estacas y éstas pueden obtenerse en los criaderos oficiales de la zona o en las propiedades de particulares.

4. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PLANTACIÓN

Ante todo hay que realizar trabajos de drenaje que permitan desgotar rápidamente el terreno después de las crecien-

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF. 3/L.4.3, en el que se detallan el total de la inversión y los costos de producción correspondientes a plantaciones de salicáceas situadas en el delta.

tes y repuntes, manteniendo el agua en movimiento para que las plantas no sufran la falta de aire y las variaciones de temperatura a que están expuestas cuando el agua se estanca.

En las islas deben construirse canales de más de ocho metros de ancho que unan ríos y arroyos. Esto permite aprovechar la superficie total de las islas, ya que entonces se pueden drenar sin inconveniente las tierras bajas centrales y se puede llegar a ellas para efectuar los trabajos de plantación y extracción de los productos forestales. Después hay que construir zanjas, labor que hasta la fecha se ha hecho principalmente a mano. El empleo de excavadoras y zanjadoras mecánicas permitiría realizar el trabajo a bajo costo y ampliar en breve tiempo la superficie de terreno cultivada.

La mayor parte de la superficie de las islas está cubierta por pajonales de *Scirpus giganteus* y otros elementos palustres, mientras que en los albardones se encuentra el "monte blanco", compuesto de ceibos, pindoos, ingá, lapachillo (*Lanchocharpus nitidus*), mata ojo, laureles, canelones, blanquillos, curupies con enredaderas, epifitas y helechos. La eliminación del "monte blanco" es una labor que se paga con la venta de los productos extraídos. Por otra parte, si se quema el pajonal, se destruye materia orgánica necesaria para enriquecer esos suelos jóvenes.

La preparación del terreno se hace en los meses de mayo a julio, período que puede prolongarse hasta septiembre. La plantación de estacas en la tierra ya preparada se efectúa en los meses de julio a septiembre; en cuanto a las distancias entre una y otra planta se prefieren las de 3 x 1,50 metros o 3 x 1 metros.

5. CUIDADO DE LAS PLANTAS

Para que las plantas jóvenes no entren en competencia con la vegetación natural es necesario limpiar el terreno durante los tres primeros años. Conviene asimismo mantener las zanjas en buen estado en todo momento y tomar precauciones contra el fuego y los roedores.

6. COSTO DE PRODUCCIÓN

La corta de madera para pasta se efectúa al término de nueve años. Los gastos capitalizados más la amortización (al 6 por ciento) ascienden a 7.339 pesos argentinos (638 dólares²) por hectárea.

Considerando que de una hectárea de salicáceas se obtiene materia prima para 76 toneladas de pasta mecánica, el costo de la madera en pie es de 96,57 pesos argentinos (8,4 dólares²) por tonelada. El proceso de corta, acarreo a la costa, carga, flete y descarga en los muelles de la fábrica cuesta 85 pesos argentinos por tonelada de pasta mecánica.

Así pues, la materia prima necesaria para producir una tonelada de pasta mecánica con salicáceas cultivadas en el delta del Paraná, cuesta 181,57 pesos argentinos (15,8 dólares²), puesta en fábrica.

² Se ha utilizado el tipo de cambio de paridad de poder de compra de 11,50 nacionales por dólar calculado para 1954 por la Comisión Económica para América Latina.

EL CULTIVO DE EUCALIPTO EN EL ESTADO DE SÃO PAULO¹

Armando Navarro Sampaio

1. ANTECEDENTES

Alrededor de 1800, los jesuitas introdujeron en el Brasil algunos ejemplares de eucalipto, pero fué la *Compañía Paulista de Estradas de Ferro* (Compañía Paulista de Ferrocarriles), la que inició la plantación de esta especie forestal australiana sobre una base económica en el Estado de São Paulo y en el resto del país.

En 1904, la mencionada Compañía encargó a Edmundo Navarro de Andrade que estudiara la manera de obtener en el más corto plazo posible la madera que se necesitaba para varios fines. Navarro de Andrade comenzó sus experimentos con semillas de todas las especies forestales que le fué posible conseguir, ya fuesen nativas como peroba, araribá, pino de Paraná, o exóticas como casuarinas, eucaliptos, cipreses y pinos.

Después de cinco años de observación, Navarro de Andrade comprobó que las especies del género *Eucalyptus* habían sobrepasado a las demás en desarrollo y adaptabilidad, y a sugestión suya la Compañía eligió al eucalipto como base de explotación forestal. Desde 1909 han sido tan notables los progresos realizados, que el Servicio Forestal tiene anotados en su registro unos 40 millones de eucaliptos. Más tarde Navarro de Andrade sugirió al Estado de São Paulo que aumentara los bosques de propiedad gubernamental mediante la plantación de eucaliptos. Así pues, en 1941 las plantaciones de este género en el Estado de São Paulo eran suficientes para hacer frente a la aguda escasez de combustibles líquidos importados que se hizo sentir entre las dos guerras mundiales.

En casi todos los países de América Latina existen pequeñas plantaciones de eucalipto de diversas especies. En los países de la costa occidental de América del Sur, como por ejemplo en Chile, el eucalipto que se desarrolla mejor es el *E. globulus*, que crece en muchas regiones del mundo; es de gran valor económico, ya que produce diversos tipos de madera, desde la que se utiliza para rayón en Europa meridional, hasta algunos de los tipos de óptima calidad en cuanto a duración. Prospera también, junto con otras clases de eucalipto, en la República Argentina y en el Uruguay. En Bolivia, en las inmediaciones de La Paz, algunos caminos están bordeados de *E. resinifera* y *E. camaldulensis*, especies que crecen muy bien a 3.400 metros de altura.

2. ADAPTABILIDAD DEL EUCALIPTO A LOS SUELOS Y A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las condiciones físicas son más importantes para el eucalipto que las condiciones químicas del suelo. A causa de la naturaleza de su raíz principal, requiere suelos muy permeables y por tanto debe plantarse en terrenos pobres que sean permeables, mejor que en suelos fértiles y menos permeables. Conviene evitar en lo posible los terrenos arcillosos. Como puede verse en el cuadro 1, la adaptabilidad al tipo de suelo varía según las especies de que se trate. En lo

referente al clima, puede decirse que el eucalipto se encuentra de preferencia en las regiones subtropicales, pero también prospera en regiones de clima frío y tropical (véase cuadro 2).

3. MÉTODOS DE CULTIVO

a) Semillas

Hasta ahora ha sido posible plantar eucaliptos en gran escala recurriendo al cultivo intensivo con métodos mejorados y haciendo una rigurosa selección de las semillas y plantas de almácigo. Como hay gran variedad de especies, es importante no mezclar las semillas, pues con ello se obtendrían plantaciones heterogéneas y menores utilidades. Aunque los lotes que se ofrecen en venta contienen sólo 10 a 15 por ciento de semillas fértiles, un kilogramo puede rendir como promedio 25.000 plantas en buenas condiciones.

b) Almácigos

La siembra se efectúa en almácigos cuyas dimensiones varían según la superficie del criadero, siendo el tamaño ideal de 1 metro de ancho por 3 metros de largo. No conviene sembrar más de 50 gramos de semilla por metro cuadrado, pues con una cantidad mayor se tendrá un número excesivo de plantas, lo que debilita su desarrollo y vigor.

Antes de comenzar la siembra, el almácigo debe desinfectarse a fin de protegerlo de las malezas. Después que las semillas hayan sido dispersadas tan uniformemente como sea posible, el almácigo se cubrirá con una estera que descanse sobre los bordes elevados y hecha de bambú, o de cualquier otro material. El período más apropiado para la siembra en São Paulo es el comprendido entre julio y octubre, es decir, antes de que comience la estación de las lluvias.

c) Trasplante

Las plantas del almácigo estarán listas para ser trasplantadas transcurridos 40 o 60 días de la siembra. Después de mojar abundantemente el almácigo, se sacan sólo las plantitas bien desarrolladas y se ponen provisionalmente en un recipiente con agua o tierra muy húmeda. Después se pasan a unos bloques o vasos en forma de macetas hexagonales, que se fabrican en el mismo vivero comprimiendo una mezcla húmeda y bien cribada de tierra y estiércol, en una prensa denominada *torrão paulista*.

Después de muchos años de experiencia se ha comprobado que los bloques así fabricados sustituyen ventajosamente a los cajones, no sólo porque evitan que se lastimen las raíces de las plantas, sino porque facilitan su trasplante al lugar definitivo, lo que se hace sin sacarlas de los bloques, ya que éstos se desintegran y vienen a formar parte del terreno. Los bloques o vasos que contienen plantas se cubren con esteras de bambú por medio de horquetas colocadas cada dos metros.

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.4., condensada.

Cuadro 1
ADAPTABILIDAD DEL EUCALIPTO A DIVERSOS SUELOS

Especie	Suelo														
	Fértil	Pobre	Seco	Húmedo	Sujeto a inundación	Arenoso	Seco y arenoso	Calicheo	Granítico	Ferruginoso	Basáltico	Salino	Costero	Arcilloso	Pedregoso
<i>affinis</i>			x												
<i>alba</i>		x		x		x									
<i>albens</i>							x							x	
<i>algeriensis</i>				x											
<i>amplifolia</i>					x										
<i>angulosa</i>			x												
<i>baileyana</i>		x	x				x								
<i>bakeri</i>		x													
<i>bicolor</i>			x												
<i>bosistoana</i>								x							x
<i>botryoides</i>				x		x						x			
<i>calophylla</i>	x		x												
<i>camaldulensis</i>	x			x										x	
<i>cambageana</i>					x					x					
<i>camphora</i>															
<i>capitellata</i>		x													
<i>cinerea</i>						x									x
<i>consideniana</i>		x	x												
<i>cornuta</i>				x									x		
<i>corymbosa</i>		x	x												
<i>corynocalix</i>			x												
<i>crebra</i>															x
<i>dealbata</i>															x
<i>deanei</i>									x						
<i>diversicolor</i>	x			x											
<i>dives</i>		x													
<i>dumosa</i>			x												x
<i>eximia</i>															x
<i>fasciculosa</i>			x												
<i>ficifolia</i>									x						
<i>foecunda</i>								x							
<i>globulus</i>				x								x	x		
<i>gomphocephala</i>													x		
<i>goniocalyx</i>	x									x					
<i>grandis</i> ^a			x				x								
<i>haemastoma</i>			x												
<i>hemiphloia</i>			x												
<i>incrassata</i>			x												
<i>kirtoniana</i> ^a					x										
<i>laevopinea</i>	x										x				
<i>leucoxylon</i>									x						x
<i>lindleyana</i>	x			x											
<i>loxophleba</i>	x														
<i>macrorrhyncha</i>												x			
<i>maculata</i>		x		x											
<i>maculosa</i>			x												
<i>maideni</i>		x													x
<i>marginata</i>													x		
<i>melanophloia</i>			x												
<i>microcorys</i>	x														
<i>microtheca</i>		x			x										
<i>morrisei</i>															
<i>obliqua</i>			x												x
<i>occidentalis</i>										x				x	
<i>ochrophloia</i>				x											
<i>odorata</i>			x					x							
<i>ovata</i>					x										
<i>paniculata</i>		x										x			
<i>patens</i>	x														
<i>pilularis</i>	x			x								x	x		
<i>planchoniana</i>								x	x						
<i>piperita</i>		x													x
<i>polyanthemus</i>			x												
<i>populifolia</i>	x														
<i>propinqua</i>		x	x												

^a Según investigaciones recientes, la especie australiana *E. grandis* ha sido introducida en el Brasil con el nombre de *E. kirtoniana*.

Especie	Suelo														
	Fértil	Pobre	Seco	Húmedo	Sujeto a inundación	Arenoso	Seco y arenoso	Calcáreo	Granítico	Ferruginoso	Basáltico	Salino	Costero	Arcilloso	Pedregoso
punctata			x												
redunda		x													
resinifera							x								
robusta					x							x		x	
rudis					x							x			
saligna															
salubris		x													
scabra		x													
siderophloia	x											x			
sideroxylon															
siberiana															
squamosa		x													
stellulata	x														
stricta															
stuartiana															
tereticornis															
triantha															
umbra		x													
uncinata															
viminalis	x									x					
woolsiana	x														

NOTA.—Cuadrulado para facilitar la lectura.

d) Almácigos en macetas

Este método consiste en sembrar directamente dos o tres semillas en cada bloque o vaso y en conservar más tarde la que mejor se dé. Las plantas así criadas son las que mejor se desarrollan.

e) Preparación del terreno

Como en toda plantación, la tierra debe trabajarse bien a fin de obtener resultados económicos. Después de la extracción de la maleza, que en ningún caso ha de quemarse, convendrá exterminar las hormigas, pues constituyen el enemigo del eucalipto. En los lugares donde es posible, se ara la tierra para intercalar cereales.

f) La distancia entre árboles en la plantación del eucalipto

En São Paulo, como resultado de experimentos bien controlados en los que se efectuó la tala a los 7, 12 y 19 años se determinó que el volumen máximo por unidad de superficie se obtenía con distancias de 2×2 metros. Con distancias mayores, de hasta 6×6 metros, los resultados fueron muy inferiores, lo que hace pensar por ahora que 2×2 metros es la disposición que da mayor rendimiento. Actualmente se está experimentando con distancias menores de 2×2 metros, de modo que dentro de poco tiempo se verá si la distancia ideal es menor que la recomendada.

g) Plantación permanente.

La plantación en un lugar permanente se realiza durante los meses lluviosos, que en el Brasil suelen ser de octubre a marzo. Para tal labor se prestan los días lluviosos y los días nublados que generalmente les siguen, pues entonces la tierra está suficientemente húmeda.

h) Operaciones de cultivo

Durante los dos primeros años, el crecimiento del eucalipto depende en gran medida del método de cultivo que se emplee. Mientras la planta es joven, ninguna otra debe competir con ella; para obtener buenos resultados, la tierra debe estar libre de malezas, lo que se logra mediante el uso del arado o de una azada plana.

i) *Lucha contra los insectos.* En el Brasil es necesario examinar periódicamente la plantación durante los dos primeros años del crecimiento, por si hubiera sido atacada por la hormiga sauva, pues es ése el período en que causa mayor daño. El empleo de formicidas a base de bromuro de metilo constituye un método eficaz para exterminar tal plaga.

ii) *Prevención contra incendios.* Se trata de un problema grave durante la estación seca; conviene, pues, adoptar energéticas medidas contra este peligro.

iii) *Lucha contra las enfermedades.* Hasta ahora no se ha comprobado perjuicio alguno de gravedad causado por hongos o bacterias; el eucalipto parece ser muy resistente, aun en su propio país de origen.

4. MEJORAMIENTO Y SELECCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES ECONÓMICAS

El objeto del plan general para el mejoramiento de las especies económicas de eucalipto es obtener una mayor uniformidad y homogeneidad en los bosques futuros, reduciendo el número de árboles imperfectos y débiles y mejorando las características de las especies que se proyecta plantar. De tal modo se espera aumentar la producción por hectárea de madera de buena calidad destinada a diversos fines, y realizar el propósito fundamental del plan: obtener mayores beneficios con menores gastos.

Cuadro 2

ADAPTABILIDAD DEL EUCALIPTO A LAS CONDICIONES CLIMATICAS

Especie	Adaptabilidad							
	Adaptable a climas tropicales	Adaptable a climas templados	Adaptable a climas frios	Sensible a la sequia	Resistente a la sequia	Muy sensible al frio y a las heladas	Ligeramente sensible al frio y a las heladas	Resistente al frio y a las heladas
affinis		x						
alba	x							
albens		x			x			
amygdalina			x					x
andrewsi			x					
angulosa					x			
bicolor		x						
bosistoana						x		
botryoides	x							
calophylla	x							
camaldulensis	x	x			x		x	
cambageana	x							
capitellata		x						
cinerea			x					
citriodora	x	x		x		x		
coccifera			x					
corymbosa	x	x						
corynocalyx					x			
crebra	x	x	x					
dealbata		x						
erythronema						x		
exserta	x	x					x	
eximia		x						
gigantea			x					x
globulus		x		x				
goniocalyx		x						
grandifolia	x							
grandis		x						
gunnii			x					x
linearis			x					
longifolia			x			x		
loxophleba	x							
macarthurii			x					
macrorrhyncha		x						x
maculata	x	x				x		
melanophloia	x	x						
melliodora			x					x
obliqua			x	x				x
ovata			x					
planchoniana	x							
piperita						x		
polyanthemus			x			x		
populifolia		x						x
propinqua		x						
pulverulenta			x					
punctata		x						
regnans			x					x
resinifera	x	x			x			
robusta		x					x	
rubida		x	x					
saligna		x		x				
scabra		x						
sieberiana			x					
smithii			x					
stuartiana								x
tereticornis	x	x					x	
triantha		x						
umbra		x						
urnigera			x					
viminalis			x					x

NOTA.—La cuadrícula sólo se ha puesto para facilitar la lectura.

a) Estudios básicos

Fué necesario, en primer término, observar y clasificar las especies ya existentes en las diversas plantaciones. Se inició al mismo tiempo la preparación de un nuevo herbario con especies seleccionadas. Se montaron muestras provenientes de Australia, de Tasmania y de material del Servicio Forestal y se hicieron estudios comparativos sobre especies de importancia económica. En mediciones de más de 20 mil diámetros de 59 especies diferentes se llegó a la conclusión de que entre las especies que cultiva el Servicio Forestal, el *E. grandis* presenta el desarrollo más notable, seguido por *E. saligna*, y que el *E. citriodora* resulta el más homogéneo y el *E. saligna* el más variable.

b) Selección de las principales especies y creación de nuevos tipos económicos

Como el eucalipto se usa en el Brasil principalmente para leña, durmientes de ferrocarril, postes, estacas y madera en general, ha sido necesario orientar la selección e hibridación hacia la producción de especies económicamente adecuadas a tales fines.

El eucalipto que se emplea para leña debe ser de crecimiento rápido y de corteza fina; la madera ha de tener gran densidad y una estructura que facilite el secado rápido. Para postes o durmientes, los árboles deben ser de corteza gruesa, poseer madera resistente a la temperatura y crecer derechos. Las especies de mayor peso específico, corteza fina y mayor rendimiento deben seleccionarse para carbón de leña. La madera de mejor calidad, de menor densidad y menos propensa a astillarse y doblarse, se reserva para carpintería.

i) *Aislamiento de variedades mejoradas.* Como hay muchas variedades en las especies del género *Eucaliptus*, el aislamiento de las variedades mejoradas es de considerable importancia. Se seleccionaron cientos de árboles de las especies más económicas y se procedió a hacer estudios comparativos con árboles de su misma ascendencia. Después se efectuó un estudio comparativo de la influencia del suelo y del clima en los árboles provenientes de los seleccionados, de modo que los mejores ejemplares pudiesen ser elegidos para determinados fines. Se plantaron algunas muestras en Aimorés, con objeto de estudiar en la región el desarrollo de la progenie de las diferentes especies. Se observó la evolución de los árboles desde la germinación hasta la edad de la corta (la madera para combustible se corta a los 8 años y la madera para postes a los 15).

ii) *Hibridación.* Mediante el estudio de la progenie y el aislamiento de las distintas variedades se espera poder separar el material de mejor calidad sin tener que crear nuevas variedades, a menos que por fecundación natural sea posible obtener híbridos que combinen las características más convenientes.

iii) *Terrenos para almácigos.* El Servicio Forestal necesita gran cantidad de semillas, tanto para sus propias plantaciones como para abastecer a los que se dedican al cultivo del eucalipto en todo el país. La cosecha de semilla, hasta diciembre de 1953, fué de 15.944 kilogramos, de los cuales utilizó el mencionado servicio 2.361; 13.329 fueron vendidos y 256 distribuidos gratuitamente a solicitud de los interesados. Debido a la conveniencia de seleccionar las semillas con más cuidado, se han destinado terrenos especiales para la plantación de almácigos.

iv) *Ensayos sobre la evolución de las especies.* Con el propósito de adaptar las especies al suelo en Aimorés, el

Servicio Forestal ha efectuado ensayos con 19 especies que habrán de ser explotadas como madera para combustible y 20 especies destinadas a la fabricación de postes. Se llevaron a cabo ensayos similares en otras plantaciones.

c) Selección de semillas para nuevas plantaciones

Para la creación de nuevas plantaciones y a fin de evitar las mezclas, se fiscalizó cuidadosamente la cosecha proveniente de árboles que dan semilla. Todo control ulterior de los almácigos tiende a asegurar el desarrollo uniforme del macizo forestal.

d) Entomología aplicada

La sección de entomología del Servicio Forestal recolecta insectos en las diversas plantaciones y se encarga de la inspección de los bosques de eucalipto con objeto de protegerlos de los insectos. Los hábitos de los insectos se estudian en forma sistemática, ya que el cultivo intensivo puede propender a la adaptación de una o más variedades de insectos.

i) *Criaderos.* Los criaderos son atacados por diferentes grupos de insectos entre los cuales cabe mencionar los grillos, la hormiga blanca y las hormigas. El insecto que ha causado los mayores daños es una hormiga que se conoce localmente con el nombre de *lavapés*. Se ensayan diversos insecticidas con objeto de seleccionar el más eficaz para exterminar tal plaga.

ii) *Plantaciones.* En la plantación Aurora el problema consiste en exterminar una pequeña hormiga del género *Acromyrmex*, que ataca, inmediatamente después de la plantación, la parte de la planta que queda al aire matando con ello muchos ejemplares. No ha sido posible combatir eficazmente tal plaga.

En las plantaciones Guaraní y Bebedouro causaron gran preocupación las hormigas blancas, que dañaron las raíces de los almácigos inmediatamente después de plantados e hicieron que fuera muy bajo el porcentaje de plantas sobrevivientes. El insecticida que dió mejores resultados fué el arsénico blanco. En experimentos llevados a cabo en una superficie de 120 hectáreas se comprobó que cuatro especies (*resinifera*, *alba*, *paniculata* y *punctata*) se adaptaban muy bien a las condiciones del suelo y que resistían también el ataque de la hormiga blanca. Entre ellas se seleccionó la especie *E. alba* por su rápido crecimiento.

e) La sección de estadística

El Servicio Forestal ha plantado más de 40 millones de eucaliptos en una superficie de 15.716 hectáreas, divididas en 750 bosques de diversas extensiones. La sección de estadística se encarga de las siguientes funciones:

- i) estudiar las condiciones de desarrollo económico;
- ii) estudiar los resultados de cualquier cambio en el espaciamiento de los árboles y abandonar cualquier plantación que no resultase económica debido al número de árboles perdidos;
- iii) seleccionar los terrenos destinados a la producción de postes, troncos y durmientes, y
- iv) calcular la producción de madera para combustible, y diversos productos del eucalipto usados por la Companhia Paulista de Estradas de Ferro y otros consumidores.

f) La sección de tecnología

Para facilitar los estudios acerca del mejoramiento de la madera de eucalipto es necesario efectuar algunos traba-

jos técnicos. Por ejemplo, la experimentación para la elaboración de pasta de eucalipto se inició en 1946, en Río Claro. De las especies *E. alba* y *E. saligna* se obtienen fibras de alrededor de un milímetro de largo y pasta de excelente calidad, con buenas propiedades de blanqueo. Se ha comprobado por medio de ensayos que se puede fabricar papel fino empleando exclusivamente pasta de eucalipto.

Entre otros experimentos diversos, se han realizado estudios con miras a combatir la tendencia del eucalipto a rajarse, lo que tiene importancia en la fabricación de durmientes.

5. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN

Los bosques de eucalipto pueden obtenerse por siembra de semilla o por brotes del tocón. Este último método tiene la ventaja de que la vida de los árboles es prolongada, sin mucho gasto, y los retoños se desarrollan con mucha mayor rapidez que las plantas de almácigos; no obstante, no tienen tan larga vida como los árboles que se dejan crecer libremente.

En la vida del eucalipto, como en la de todo árbol, existen tres fases precisas: el desarrollo progresivo, la madurez y la decadencia. Durante la primera fase, el árbol crece principalmente en altura; durante la segunda, aumenta principalmente en diámetro, en tanto que las raíces y brotes son todavía débiles. En el caso del eucalipto, la primera fase dura por lo general entre 15 y 20 años. Después de este período, el árbol se desarrolla casi exclusivamente en diámetro. El período más activo sería en los cinco primeros años, en el que el crecimiento vertical medio varía entre 2,5 y 3 metros por año.

Con el sistema de explotación por brotes del tocón, los árboles deben ser talados a nivel del suelo, dejando los tocones con una superficie lisa inclinada para evitar que se estanque el agua de lluvia y la descomposición. Las explotaciones de ese tipo deben dividirse en tantos lotes o secciones como años existan en un período de rotación con objeto de talar un lote cada año; de este modo, cuando el último lote haya sido cortado, el primero estará listo para ser talado al año siguiente.

6. COSTO PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES

A continuación se indica el promedio de gastos efectivos (mayo de 1954) referentes a la plantación y al cultivo, en el Estado de São Paulo, de una hectárea de eucaliptos (2.500 árboles plantados a una distancia de 2 x 2 metros), hasta su explotación al término de siete años.

	<i>Cruceiros</i>
1. Con equipo mecanizado en terreno plano . . .	16.723
2. Sin equipo mecanizado en terreno plano . . .	13.143
3. Sin equipo mecanizado en terreno inclinado en el que es imposible arar	25.191

A pesar de ser más oneroso, se prefiere el trabajo manual, pues es difícil obtener maquinaria y piezas de repuesto; además, en esa forma se pueden tener bosques más homogéneos y evitar algunos fracasos.

7. DIVERSOS USOS DE LA MADERA DE EUCALIPTO

a) Leña para combustible

En ensayos llevados a cabo en trenes de pasajeros y de carga que usaban como combustible madera de eucalipto de 5 a 10 años, se comprobó un rendimiento superior en

20 por ciento al de otras maderas utilizadas. La madera de eucalipto tiene el mismo poder calorífico que la de los mejores árboles nativos; su superioridad reside en el hecho de que hace ahorrar espacio, ya que de un metro cúbico de madera de eucalipto se obtiene una gran cantidad de trozos uniformes.

b) Carbón de leña

Como el carbón de leña es una necesidad primordial de la industria metalúrgica del Brasil, se hicieron experimentos acerca de la posibilidad de emplear el eucalipto en la producción de carbón de leña. Se obtuvieron buenos resultados, los que indujeron a varias firmas importantes a dedicarse a la plantación de eucaliptos.

c) Postes

El empleo de postes de madera de eucalipto se ha generalizado desde 1920, año en que la Compañía Paulista de Ferrocarriles obtuvo resultados satisfactorios en los primeros ensayos llevados a cabo con tal objeto. Mediante un tratamiento especial (con sales Wolman y posteriormente con creosota) es posible conservarlos por 30 años, prolongando así su duración normal de 10 años. Los mejores resultados se obtienen con la especie *E. tereticornis*.

d) Estacas

En los últimos veinte años ha tomado auge en São Paulo el empleo de la madera de eucalipto en la fabricación de estacas para la construcción de casas. Las especies usadas a tal efecto deben tener por lo menos 15 años y poseer suficiente densidad. Las estacas de eucalipto son especialmente adecuadas para la construcción de diques en los puertos. En todo el Brasil hay gran demanda de estacas para cercas tratadas con sales Wolman; el Departamento de Carreteras del Estado de São Paulo y el Departamento Nacional de Carreteras las utilizan también en grandes cantidades.

e) Durmientes

El Servicio Forestal se ha preocupado en forma especial por estudiar la posibilidad de utilizar la madera de eucalipto para fabricar durmientes de ferrocarril. Los ferrocarriles del Brasil tienen que hacer frente al grave problema de obtener durmientes, problema especialmente agudo en el Estado de São Paulo, donde los pocos bosques que quedan con madera adecuada para ese propósito están situados en lugares muy apartados. En los últimos cincuenta años ha aumentado el número de ensayos llevados a cabo con diversas especies de eucalipto.

En 1925 y 1926 se cortaron árboles de 20 años en algunas de las propiedades del Servicio Forestal Paulista con objeto de efectuar ensayos sobre la duración de madera para durmientes. Se obtuvieron óptimos resultados; el término medio de duración fué de 12 años, comparable únicamente con los mejores árboles nativos brasileños recomendados para esa finalidad.

La mayor dificultad para construir durmientes de eucalipto es la pronunciada tendencia de todas las especies de eucalipto a rajarse o agrietarse por sus extremos y desde el centro a la periferia. Esto puede deberse a que las tensiones radiales y tangenciales son diferentes.

De ser posible, es preferible cortar dos durmientes de la misma sección del tronco, pues la madera no se parte

cuando la médula está sobre una de las caras del durmiente y no en el centro. Por lo tanto, el diámetro del árbol ha de ser de suficiente importancia como para poder cortar dos durmientes de cada sección; esto significa que la edad y el diámetro son factores de importancia.

Hace dos años y medio se hizo entrega de 20 mil durmientes para vía angosta a la Compañía Paulista de Ferrocarriles; sólo hubo que descartar el 2 por ciento a causa de rajaduras.

f) Construcciones civiles

En el mercado de São Paulo hay gran demanda de madera de eucalipto para la fabricación de vigas, tablones y listones.

El aserradero del Servicio Forestal de Río Claro produce hoy día madera de eucalipto en gran escala a fin de abastecer a la Compañía Paulista de Ferrocarriles, de la que necesita para la reparación de coches y vagones y para constituir un excedente para la venta.

g) Carpintería

El *E. citriodora* ha sido satisfactoriamente empleado en la fabricación de muebles finos tallados, así como en la manufactura de ruedas de carreta, cubos de ruedas y varas de carreta. Con otras especies de eucalipto se han fabricado muebles como escritorios, sillas, mesas, estantes, etc.

h) Aceites esenciales

El aceite de eucalipto que se extrae de las hojas contiene un principio activo llamado eucaliptol, el cual, debido a sus propiedades balsámicas, es muy usado en medicina. Las únicas dos especies de las que se puede extraer aceite económicamente son el *E. citriodora* y el *E. globulus*. Del primero también se obtiene aceite que contiene un principio activo denominado citronelel, que se emplea comúnmente en la fabricación de jarabes y perfumes.

i) Tanino

Aunque la corteza de algunas especies de eucalipto contiene hasta el 19 por ciento de tanino, no ha sido posible extraer el contenido de tanino en forma económica.¹

¹ Según F. N. Howes (*Vegetables Tanning Materials*), sólo en Australia se ha explotado en gran escala la corteza del eucalipto como curtiente; dicha corteza se extrae únicamente de árboles silvestres. [Ed.]

En el cuadro 3 se hace una recapitulación de las aplicaciones de gran número de especies de eucalipto a varios usos.

8. EL EUCALIPTO COMO MATERIA PRIMA PARA FABRICAR CELULOSA Y PAPEL

a) Estudios realizados en el Estado de São Paulo

Hasta hace poco, la única fuente nacional de papel hecho principalmente de pasta de eucalipto era una pequeña fábrica situada en Jundiá; su producción diaria representaba alrededor de nueve toneladas métricas de papel. La pasta se preparaba conforme al procedimiento a la soda cáustica y se mezclaba con el 25 por ciento de pasta química importada o pasta mecánica nacional de pino de Paraná. La variedad *E. saligna*, que crece en gran escala en el Estado de São Paulo, es la única que se utiliza en dicha fábrica.

En la actualidad ya hay otras empresas industriales que utilizan el eucalipto para la fabricación de papel; entre ellas cabe mencionar la Companhia Melhoramentos de São Paulo, en Caieiras, que utiliza el *E. saligna* en la proporción del 75 por ciento con 25 por ciento de pasta de coníferas. Produce 30 toneladas diarias de papel de escribir, de imprenta y de papel higiénico.

El Servicio Forestal considera que los eucaliptos cultivados en el Brasil que dan el mejor rendimiento en pastas para papel son el *E. saligna* y el *E. grandis*. La madera de tales especies es de densidad mediana y de un color claro que facilita el blanqueo. Pueden servir para producir pasta tan buena como la de mejor calidad empleada en Australia. Los resultados más satisfactorios se obtienen con árboles de ocho años.

Se estima que América Latina no cuenta con ninguna otra fuente tan abundante y valiosa como el eucalipto para satisfacer las exigencias de la industria de papel y celulosa. Se reconoce, sin embargo, que el eucalipto por sí sólo no podrá solucionar por completo el problema de la obtención de materia prima papelera, aunque sí podrá emplearse, en cantidades importantes, en mezclas de pasta preparada con especies de fibras largas y de crecimiento más lento.

Cuadro 3

APLICACIONES DE LA MADERA DE EUCALIPTO

Especie	Aplicación																																			
	Papel	Carbón	Leña	Vagones de ferrocarril	Durmientes	Construc. naval	Pilotaje	Puentes	Cubiertas de puente	Remos	Construc. civil	Adoquines para pavimento	Vigas	Techos	Pisos	Marcos de ventana	Listones	Muebles	Para tallado	Para curvar	Vehículos de granja	Accesorios para implementos agrícolas	Mangos de berramienta	Postes de cerca	Cubos de rueda	Rayos de rueda	Frenos de carreta	Mazos	Lanzas de carro	Tonería						
<i>alba</i>	x																																			
<i>baileyana</i>		x																																		
<i>bosistoana</i>													x																							
<i>botryoides</i>		x																																		
<i>camaldulensis</i>		x	x																																	
<i>citriodora</i>		x																																		
<i>corymbosa</i>																																				
<i>corynocalyx</i>																																				
<i>exserta</i>																																				
<i>eximia</i> ^a																																				
<i>globulus</i>		x																																		
<i>gomphocephala</i>																																				
<i>goniocalyx</i>																																				
<i>grandis</i>		x																																		
<i>gunnii</i> ^a		x																																		
<i>lindleyana</i>																																				
<i>longifolia</i>																																				
<i>macrorrhyncha</i>																																				
<i>maculata</i>																																				
<i>maideni</i>																																				
<i>microcorys</i>																																				
<i>paniculata</i>																																				
<i>pilularis</i>		x																																		
<i>polyanthemos</i>																																				
<i>propinqua</i>																																				
<i>punctata</i>																																				
<i>regnans</i>		x																																		
<i>resinifera</i>																																				
<i>robusta</i>																																				
<i>saligna</i>		x																																		
<i>stuartiana</i> ^a																																				
<i>tereticornis</i>																																				
<i>trabuti</i>																																				
<i>triantha</i>																																				
<i>viminalis</i>		x	x	x																																

^a Produce madera blanda, de baja calidad. Este grupo también incluye las siguientes: *cinerea*, *dives*, *baemastoma*, *maculosa*, *melanophloia*, *obliqua*, *piperita*, *rubida*.

NOTA.—La cuadrícula sólo se ha puesto para facilitar la lectura.

MADERA PARA PAPEL OBTENIDA DE PLANTACIONES DE CONIFERAS EXOTICAS EN EL DELTA DEL PARANA¹

Lamberto Golfari

I. INTRODUCCIÓN

El delta del Paraná, un triángulo de casi un millón de hectáreas de tierras bajas e inundables, está constituido por un sinnúmero de islas formadas por las ramificaciones del río del mismo nombre antes de desembocar con el río Uruguay, en el estuario del Plata.

Esta región se presta admirablemente para la explotación forestal por las razones siguientes: su situación, pues está amparada contra las aguas salobres del Atlántico por una barrera de agua dulce de casi 200 kilómetros de longitud formada por el estuario del Plata; su clima templado-cálido, semihúmedo; su suelo rico en materia orgánica y de elevado contenido hídrico; su ubicación cerca de Buenos Aires, ciudad que constituye un gran centro consumidor de madera, y por último, los servicios de transporte fluvial, que son relativamente baratos.

Hasta hace muy poco, las especies empleadas en la plantación de bosques de esta región han sido casi exclusivamente salicáceas, es decir, sauces (*Salix*) y álamos (*Populus*), pero últimamente se observa interés por ciertas coníferas y en modo particular por el *Pinus elliottii* Engelm y el *Pinus taeda* L., especies que se destacan por su notable adaptación al ambiente mencionado y su desarrollo altamente satisfactorio. Estas dos especies tienen sobre las salicáceas la ventaja de proporcionar una excelente madera para pasta mecánica y pasta química así como para construcción; además, existe la posibilidad de aprovecharlas para la producción de resina.

2. ECOLOGÍA DEL DELTA

a) Clima

El clima del delta del Paraná es subtropical templado, del tipo subhúmedo. La temperatura media anual oscila alrededor de 17°C, y no son muy pronunciadas las variaciones térmicas entre los meses más fríos y los más calurosos. Las heladas son muy poco frecuentes y de corta duración.

La precipitación pluvial media es ligeramente inferior a los 1.000 milímetros anuales: la humedad del suelo depende más de la capa freática que de la precipitación pluvial. La media anual de la humedad relativa es del 77 por ciento y oscila entre un mínimo de 69 por ciento en diciembre y un máximo de 84 por ciento en junio.

b) Configuración del terreno y vegetación natural

El terreno de las islas es bajo; en altitud varía aproximadamente entre 0 y 3 metros sobre el nivel del mar. No obstante tan escasa variación de cota, es posible distinguir tres formaciones características: a) los *bañados*, situados generalmente en la parte interior de las islas, que ocupan más de las tres cuartas partes de la superficie total: son

las tierras más bajas y están sujetas a inundaciones periódicas; b) los *campos de nivel medio*, frecuentes al margen de los bañados o a la orilla de los grandes ríos o de algunos arroyos, y c) los *albardones*, es decir, angostas fajas de terreno alto, de un ancho que varía entre 20 y 100 metros aproximadamente, ubicados a la orilla de horquetas, arroyos y ríos.

c) Agrología

Al examinar el perfil de los diversos tipos de suelos, se notan casi invariablemente tres tipos de horizontes superpuestos: el primero, orgánico, el segundo, limoso, y arenoso, el tercero. El horizonte arenoso, que es en extremo poroso, está casi siempre saturado de agua. El orgánico varía igualmente por su espesor, grado de solidez de sus componentes y grado de descomposición. En la gran mayoría de los casos, los suelos del delta son ácidos.

d) Régimen hidrográfico

Por ser bajas y de muy suaves desniveles, las tierras del delta están sujetas a inundaciones periódicas de distinto origen y variable intensidad. Dichas inundaciones son de tres tipos: a) las más frecuentes son los *repuntes*, que en la parte inferior del delta ocurren casi a diario: unos se relacionan con las mareas del mar y otros con la fuerza de los vientos del sector sur-sudeste, que hace disminuir la velocidad de salida del agua hacia el estuario; b) las *mareas*, de origen idéntico al de los repuntes; no son muy frecuentes en el curso del año y sólo se originan cuando la fuerza de los vientos es de mayor intensidad y duración; cuando son muy altas llegan a cubrir los albardones; c) las *crecientes* se producen cuando sube el caudal de los ríos, a causa de abundante precipitación pluvial en la cuenca superior del río Paraná o en la del río Uruguay: las crecientes ocurren por lo general cada 10 o 12 años. Todas estas inundaciones contribuyen a elevar el nivel del terreno, debido al depósito de limo y arena que dejan las aguas al retirarse.

La condición primera y más importante para cultivar cualquier terreno del delta, sea bajo o de nivel mediano, es dar salida al agua mediante zanjas o canales que pueden hacerse a mano o a máquina según su importancia.

Con las zanjas se favorece el drenaje; se provoca, además, el descenso de la capa freática, aumentando así la zona donde podrán desarrollarse las raíces de los árboles; se facilita la entrada y salida de las aguas de los repuntes, lo que permite aumentar la elevación del terreno por sedimentación.

3. CONÍFERAS ENSAYADAS EN EL DELTA

a) *Pinus elliottii* Engelm²

Las cualidades principales de esta especie son: su capacidad para vegetar en perfectas condiciones en suelos bajos

² Esta especie procede del sureste de los Estados Unidos. Incorrectamente se le había llamado *P. caribaea*, confundiéndola con la especie que se encuentra distribuida en las Antillas y Centroamérica.

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF. 3/L.4.5 en el que se presentan gráficos de crecimiento del *P. taeda* y de la precipitación pluvial, así como una serie de fotografías de las plantaciones de pino en el delta.

con deficiente drenaje, en los que es imposible la vida de otras especies de coníferas; la manera como resiste al agua estancada y las inundaciones de cierta intensidad y como tolera los suelos ácidos. Su ritmo de crecimiento es bastante rápido y es un buen productor de resina. En el delta se adapta tan bien como los sauces y sin duda mejor que los álamos.

b) *Pinus taeda* L.

Tiene las mismas buenas características que la especie precedente aunque no sea tan tolerante al estancamiento del agua. Si bien su trasplante presenta dificultades, su ritmo de crecimiento es algo más rápido y la madera que de ella se obtiene es un poco más liviana; no tiene gran importancia como productor de resina.

El *Taxodium distichum* Rich. no se desarrolla en la región tan bien como las especies precedentes; el *Pinus radiata* Don, el *Pinus palustris* Mill., el *Pinus pinaster* Sol y el *Pinus pinea* L. no han logrado adaptarse satisfactoriamente en la región del delta.

4. RESEÑA SOBRE LA BIOLOGÍA DE LOS PINOS "ELLIOTTII" Y "TAEDA" EN EL DELTA DEL PARANÁ

a) Ritmo de crecimiento

Una vez superado el período crítico que sigue a la plantación de los árboles, efectuada generalmente en los meses de invierno, los pinos recuperan en pocos meses su ritmo de desarrollo normal. En las dos especies mencionadas el crecimiento medio en altura durante los 12 primeros años es superior a un metro por año en tierras buenas e incluso regulares. En el mismo lapso, el crecimiento en diámetro —medio a la altura del pecho (1,30 m.)— excede de 1,5 centímetros anuales.

El período de mayor crecimiento, en diámetro y altura, comprende generalmente desde el tercero hasta el sexto año. En las plantaciones densas conviene efectuar el primer raleo antes de los 10 años.

b) Condiciones del suelo

Es notable la adaptación de ambas especies a tipos de terreno distintos y de formación diferente; según parece, se dan en cualquier terreno de las islas. Los más adecuados parecen ser algunos ceibales arenosos, frecuentes en la orilla de los cursos de agua; los menos favorables son algunos albardones gredosos del delta superior. Pero, aún en este último caso, el cultivo de las dos especies mencionadas es más satisfactorio que el del sauce y el álamo.

c) Extensión de las raíces y resistencia a la humedad

Debido a que en los terrenos del delta la capa de agua es poco profunda, las raíces de los pinos son casi siempre superficiales. Verdaderamente notable es la manera como las dos especies de pinos resisten la humedad del suelo, cualidad ésta que les permite adaptarse a las condiciones provocadas por el estancamiento de agua o las inundaciones.

d) Producción de semilla y regeneración

Por tratarse de plantaciones jóvenes (el monte de pino más viejo de todo el delta tiene 12 años), la producción de semilla ha sido hasta ahora casi insignificante. En consecuencia, es prematuro hacer previsiones respecto a la posi-

bilidad de una futura regeneración natural, pero ciertos indicios justifican una actitud optimista.

5. EL CULTIVO DE LOS PINOS "ELLIOTTII" Y "TAEDA"

a) Almácigos y viveros

La siembra se efectúa en otoño (marzo o abril), o de preferencia a fines de invierno (agosto o septiembre), en canteros de un metro de ancho y del largo que se considere conveniente y en hileras separadas por 10 a 20 centímetros. Los almácigos necesitan protección contra los daños ocasionados por algunas aves; pero más peligrosa y muy común es la pudrición del pie producida por hongos, que puede causar estragos en las plántulas durante sus primeras semanas de vida. Se previene regando los canteros, cuando comienza la germinación y aparecen los primeros brotes, con una solución al 3 por mil de ácido sulfúrico comercial, o con Ferbam.

b) Método de plantación

La plantación se realiza —de preferencia en campo arado— desde abril hasta agosto, aprovechando el mayor contenido hídrico del horizonte humífero, la reducida evaporación y la elevada humedad relativa.

La plantación a raíz desnuda, que es el método más racional y económico, se efectúa con ejemplares de 8 a 12 meses, si se ha hecho la siembra a fines de invierno, o de 12 a 16 meses, si la siembra se ha hecho en otoño. La plantación en macetas de barro crudo entraña mayores gastos, pero hace disminuir el porcentaje de pérdidas y puede efectuarse aún en condiciones desfavorables para la plantación a raíz desnuda.

Como no se dispone todavía de datos completos sobre el rendimiento de las especies de *Pinus elliotii* y *Pinus taeda* plantadas a distancias diferentes, se considera que la de 2x2 metros es apropiada para el *Pinus elliotii* y la de 2x2,5 metros para el *Pinus taeda*. Estas distancias pueden ampliarse para facilitar los trabajos de limpieza con tractores a oruga.

c) Raleo y corta

Se sugiere que en una plantación con espacios de 2x2,5 metros, apta para las dos especies, y con supervivencia del 80 por ciento, se efectúe el raleo conforme al plan siguiente: primer raleo, a los 8 años, cortando 600 plantas; segundo raleo, a los 12 años, cortando 400, y tercer raleo, a los 16, cortando 200 plantas. Conforme a este plan, para el corte final quedarían unas 400 plantas, entre los 20 y 25 años, y la madera se emplearía para fabricar celulosa o para el aserradero.

d) Rendimiento

En un pequeño monte de doce años se procedió a medir la altura y diámetro medio de los pinos, para estimar el rendimiento. Se comprobó que de 1.650 *Pinus elliotii* y *Pinus taeda*, el 76 por ciento de los primeros y el 80 por ciento de los últimos estaban todavía en pie después de un período de once años.

En lo que respecta al volumen de madera descortezada por hectárea para pasta mecánica o química, se estimó que al final de los 12 años las cifras correspondientes eran 255 metros cúbicos en el caso de *Pinus elliotii* y 280 para el *Pinus taeda*. Tales cifras corresponden a incrementos

anuales por hectárea (con corteza) de 30 y 33 metros cúbicos, por término medio.

6) PERSPECTIVAS

Es probable que el *Pinus elliottii* y el *Pinus taeda* se propaguen cada vez más en el delta del Paraná y proporcionen al país para la elaboración de pasta y papel, madera para aserradero y postes, y resina para diversas industrias.

Además de las condiciones ecológicas favorables ya enumeradas, conviene destacar la ventajosa situación geográfica

del delta, cuyos puntos más lejanos distan unos 100 kilómetros de Buenos Aires. Con servicios de transporte fluvial relativamente económicos, se puede enviar la madera a las fábricas de papel y aserraderos más importantes, ubicados casi todos a orillas del Paraná.

Por su vigor vegetativo, su adaptación a distintos tipos de suelos y su resistencia a las enfermedades, los pinos están en una situación privilegiada respecto a las salicáceas; más aún, harán beneficiarse el terreno ya agotado por el cultivo ininterrumpido de salicáceas durante muchos años.

ACCION FORESTAL DEL GOBIERNO DE LA ARGENTINA PARA INCREMENTAR LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA¹

Administración Nacional de Bosques, Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación (Argentina)

I. CONCEPTOS GENERALES

El consumo de papel en la República Argentina es elevado y aumenta sin cesar. Los precios cada día mayores de los papeles, cartones y objetos fabricados con dichos materiales, muchos de los cuales se importan con enormes gastos, instaron a los organismos oficiales a buscar una solución adecuada del problema, estimulando la fabricación nacional de algunos artículos a fin de disminuir las importaciones, y contribuir así al equilibrio del balance comercial de la Argentina.

Las encuestas y estudios realizados por el Consejo Nacional de Postguerra, creado en 1945, proporcionaron normas en materia de economía general para examinar el problema de la producción de celulosa y papel, que a juicio del gobierno argentino requería urgente solución.

El punto de partida consistió en estudiar la cantidad y calidad de los recursos para fabricar celulosa en el país, teniendo en cuenta particularmente las materias primas existentes y su explotación racional.

Son muchas las materias primas que pueden utilizarse para el mencionado fin, a saber, paja de cereales, estopa de lino y cáñamo, bagazo de la caña de azúcar, subproductos de fibras vegetales, papeles usados, trapos, etc. Se dedicó especial interés a la madera, ya que los bosques, si son explotados eficazmente, pueden ser fuente inagotable de materia prima para la fabricación de celulosa. Se consideraron en primer lugar las especies forestales indígenas y exóticas, especialmente las coníferas, que se desarrollan satisfactoriamente en la Argentina. Los estudios hechos versaban sobre las características silvícolas, la aptitud de las especies indígenas para el fin indicado, las posibilidades de aclimatación de las especies forestales exóticas, sus exigencias en clima y suelo y sus características económico-forestales en general. Estos estudios motivaron una serie de medidas que han sido aplicadas según las directivas del Primer Plan Quinquenal (1947-52) y que alcanzarán grandes proyecciones en el Segundo Plan Quinquenal. En las páginas siguientes se expone la obra realizada, sobre todo en materia forestal, para incrementar la producción de celulosa y papel.

2. EL PRIMER PLAN QUINQUENAL

En el decreto N° 8.594/49 del Primer Plan Quinquenal se destaca la necesidad de procurar soluciones estables y definidas a la escasez de papel para diarios que atraviesa el país y además se ordena que los diversos organismos estatales especializados informen sobre las óptimas condiciones físicas, geográficas y económicas de la Argentina para que en ella se establezcan, progresen y se consoliden instalaciones industriales destinadas a la producción de papel de diario.

Más tarde se convocó a industriales extranjeros y del país para proponerles la instalación de una o más fábricas des-

tinadas a ese fin, y se acordó otorgarles las siguientes facilidades:

- i) permiso de cambio para maquinaria, equipo y accesorios;
- ii) liberación de derechos aduaneros para los mismos;
- iii) prioridad en la asignación de cuotas para combustibles y energía;
- iv) suministro de materia prima forestal al precio más bajo posible;
- v) facilidad para la inmigración de personal técnico y obrero especializado;
- vi) declaración de esta industria como de interés nacional.

Después, en virtud de otro decreto, se autorizó al Ministerio de Industria y Comercio para suscribir convenios recíprocos con las firmas que se ajustaran a las condiciones establecidas en el decreto antes citado.

Como primer resultado de todo ello, se está acabando de instalar una fábrica de pasta química en Puerto Piray, Misiones, con una capacidad de elaboración de 30 mil toneladas anuales, que necesitará para abastecerse de 130 a 140 mil metros cúbicos de materia prima por año. Al mismo tiempo, y en conformidad con el compromiso contraído por el Estado, la Administración Nacional de Bosques, como organismo rector del patrimonio forestal, adoptó las medidas necesarias para asegurar el abastecimiento de materia prima a dicha unidad industrial.

Para la elaboración de la pasta química se utilizará la madera proveniente de bosques artificiales de pino Paraná (*Araucaria angustifolia*), cuyo turno para poder extraer el material apto para celulosa se puede fijar en 10 a 15 años, período en que los ejemplares alcanzan de 18 a 22 centímetros de diámetro y dan un rendimiento de unos 250 metros cúbicos por hectárea. Hasta que tales plantaciones puedan ser explotadas, casi toda la materia prima se obtendrá de los bosques naturales, de propiedad del Estado, existentes en la zona de San Pedro, cuya disponibilidad se calculó en un total de millón y medio de metros cúbicos. De éstos solamente se utilizarán para pasta química un millón de metros cúbicos, porque parte del volumen total deberá destinarse a la industria del compensado, según la política de aprovechamiento racional del capital forestal.

Para satisfacer las necesidades de la industria del papel, se utilizarán también maderas provenientes de bosques de propiedad privada, de los que es posible extraer unos 400 mil metros cúbicos; con esta materia prima, más la de origen fiscal, se podrán obtener unas 340 mil toneladas de pasta química.

En la elaboración de pasta mecánica se emplearán en su totalidad maderas provenientes de plantaciones, especialmente de salicáceas, de rápido crecimiento, y para cuyo cultivo el país dispone de una zona verdaderamente privilegiada por sus condiciones ecológicas y por su ventajosa ubicación, como es el delta del Paraná.

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.4.6, condensada.

La existencia de estas dos fuentes de materia prima —los bosques naturales para la obtención de pasta química y las plantaciones para la fabricación de pasta mecánica— ha de permitir satisfacer plenamente a la industria del papel. El Plan de Reforestación de la República, proyectado por la Administración Nacional de Bosques, posibilitará después la extracción del volumen de materia prima suficiente para asegurar la estabilidad de la misma.

En virtud de la política iniciada en 1947 para fomentar la producción nacional de materia prima, las zonas principales elegidas para la producción de materia prima fueron Misiones y el delta del Paraná. La primera, elegida por sus características fisiográficas (casi el 80 por ciento de su superficie tiene aptitud forestal), cuenta con especies muy valiosas para la economía nacional, entre otras el pino Paraná. La zona del delta del Paraná constituye un medio especialmente apto para la producción forestal, en particular para el cultivo de salicáceas y algunas coníferas, especies altamente adecuadas para la producción de celulosa y papel.

a) Zona de Misiones

El pino Paraná, que crece naturalmente en el límite nordeste de Misiones, es una especie muy apropiada para la producción de pasta química. Además, algunas plantaciones artificiales realizadas en modesta escala demostraron que, con una técnica adecuada en la zona, se pueden formar nuevos pinares. Estos son de crecimiento sorprendente, pues, según investigaciones llevadas a cabo, se ha comprobado que una hectárea de dicha especie puede producir, incluyendo raleos, unos 250 metros cúbicos de madera para papel en un período de 10 a 15 años. En ese medio las especies *Eucalyptus saligna* y *Eucalyptus alba* crecen también rápidamente y a los 10 años pueden llegar a rendir 500 metros cúbicos de materia prima muy apta para pasta mecánica. Los ensayos efectuados con *Pinus caribaea*, a pesar de plantarse desde hace pocos años, comprobaron también que esta especie se adapta perfectamente en la misma zona. Por ello, se asignó a la zona de Misiones especial interés.

Los bosques de pino Paraná se presenta en manchones de variada extensión, que constituyen típicas asociaciones entremezcladas con las demás especies de la selva subtropical misionera. Estos manchones de pinares se distribuyen en una superficie aproximada de 80 mil hectáreas, 50 mil de ellas fiscales. Sus existencias actuales permitirán cubrir las necesidades del país durante un período de 10 a 15 años, tiempo necesario para que entren en producción las plantaciones que se vayan realizando, porque la política elegida para el aprovechamiento de esta especie se basa en la reforestación artificial.

El rendimiento del turno transitorio de nuestros bosques naturales de pino Paraná destinados a la elaboración de papel se calcula en unos 130 mil metros cúbicos anuales de madera, lo que permitirá la obtención de unas 170 mil toneladas anuales de papel en bobina para diarios, que cubrirían el consumo normal argentino. Para mantener ese rendimiento deberán reforestarse de 500 a 600 hectáreas por año, y complementar estos trabajos con otras medidas tendientes a la conservación y acrecentamiento de las especies más valiosas que acompañan al pino Paraná, como el "cedro" (*Cedrella pissilis*), "incienso" (*Microcarpus frondosus*), "peteribi" (*Cordia trichotoma*), "guatambú" (*Balfourodendron riedelianum*) y "canela guaicá" (*Ocotea puberula*). La labor del Establecimiento de Reforestación Pino Paraná General Manuel Belgrano, Misiones, y las medidas

adoptadas por la Administración Nacional de Bosques, contribuyeron al desarrollo de la producción de materia prima en la región. Por intermedio del establecimiento nombrado se realizan plantaciones de pino Paraná y eucalipto. La aludida Administración aprobó los planes de trabajo para plantar de pinos 4.225 hectáreas en Misiones. Se estima que los particulares han plantado de coníferas hasta ahora 5 mil hectáreas. La dependencia oficial citada resuelve consultas y efectúa observaciones y estudios relativos a distintos problemas forestales propios de esa zona. Además, en la medida de sus posibilidades, abastece de las semillas necesarias a los plantadores de pino Paraná, problema básico que no puede resolverse en su totalidad sólo con los árboles semilleros de la zona. Las gestiones para asegurar la importación de semillas del Brasil no han tenido el éxito deseado y actualmente tal problema espera su pronta y adecuada solución.

La cantidad de semilla necesaria alcanza valores inusitados porque en un kilo hay alrededor de 150 semillas, de las cuales se consideran aprovechables solamente unas 100. Se necesitan, por hectárea, de 8.000 a 10.000 semillas, es decir, de 60 a 70 kilogramos. Para sembrar sólo 300 hectáreas anuales, serían necesarias unas 20 toneladas de semillas. Por tanto, reviste suma importancia el problema de los árboles semilleros, sobre todo por tratarse de una especie dioica que, como promedio en árboles bien desarrollados, produce unos 10 kilogramos de simientes por planta en años de cosecha normal.

De las restantes especies ensayadas en Misiones, merece mención especial el *Pinus caribaea*, cuyo crecimiento sobrepasa todas las expectativas. Parece seguro que en el futuro ocupará un lugar preponderante en el abastecimiento de materia prima para fabricar celulosa y papel.

El Establecimiento Reforestación ha plantado 118 hectáreas con pino Paraná, obteniendo valiosa experiencia en plantaciones, sobre todo de esa especie y de eucaliptos.

b) Zona del delta del Paraná

Del millón de hectáreas que aproximadamente abarca el delta del Paraná, se calcula que cerca de 700 mil son aptas para la explotación forestal. Esta circunstancia y otras en lo que atañe a agua, medios de comunicación, cercanía de la capital federal, etc., constituyen excelentes condiciones para la producción de materia prima en dicha zona. A tal efecto se fundó la Estación Forestal Presidente Perón con la doble misión de realizar investigaciones forestales acerca del cultivo de las especies más apropiadas y de establecer importantes plantaciones.

El mencionado organismo, situado sobre el río Paraná Miní, del delta del Paraná, dispone de una superficie de 2.700 hectáreas. Se propone fundamentalmente: contribuir en forma directa, aunque en escala modesta, a la producción de materia prima; realizar observaciones ligadas a la producción y en especial al saneamiento del suelo anegadizo para efectuar las plantaciones; considerar la técnica que debe aplicarse; estudiar las especies forestales, su posible aclimatación, sus exigencias en factores de clima y suelo y sus características silviculturales; luchar contra varios factores adversos propios del ambiente y de la intervención del hombre; estudiar el crecimiento de las especies y su posible mejora cuantitativa y cualitativa, los turnos de aprovechamiento, etc.

Este establecimiento no sólo aporta su contribución al futuro abastecimiento de materia prima proveniente de las plantaciones experimentales y a la distribución a los interesados, gratuitamente o a precio de fomento, de estacas y

plantas, de especies seleccionadas y calidad garantizada y en cantidades considerables, sino que, además, asesora a los silvicultores basándose en las observaciones realizadas en la Estación.

Entre las especies forestales propagadas en la zona del delta, las salicáceas ocupan un lugar dominante, aunque se divulgan más cada día otras, como algunas coníferas, especialmente los pinos. De las salicáceas, se dedica mayor atención al género *Populus*; del género *Salix*, ocupa un lugar destacado el sauce-álamo (*Salix alba* var. *coerulea*) y varios híbridos o "mestizos", los últimos especialmente indicados para las partes relativamente bajas. También se han establecido parcelas experimentales, que abarcan 210 hectáreas cada una, para la investigación del comportamiento de 500 variedades de salicáceas procedentes de todas partes del mundo, principalmente de Italia, los Estados Unidos, Inglaterra y los Países Bajos.

Conviene destacar especialmente los álamos euroamericanos I-154 y I-124 (Italia), el primero de los cuales se cultiva en la Argentina desde 1939. Estas dos variedades procedentes del Instituto Experimental de Alamicultura de Casale Monferrato son las que ofrecen mayores posibilidades de cultivo.

La Estación Forestal mantiene relaciones científicas con instituciones similares del mundo y proporciona informaciones a los interesados en el particular. Desde 1946, fecha en que inició las plantaciones forestales, se han realizado varias observaciones relacionadas con problemas técnico-económicos; algunos de éstos se mencionan más adelante.

Respecto a plantaciones económicas de salicáceas en el delta, se practica casi exclusivamente el sistema de estacas, guías o púas, especialmente en los terrenos donde las mareas son muy altas. Las observaciones siguientes sobre el resultado de la plantación con estacas pueden ser de interés:

i) si aumenta la profundidad de plantación de la estaca, disminuye la cantidad de brotes y crece la altura de la planta;

ii) las plantas de estacas gruesas superan a las de estacas finas en altura y cantidad de brotes;

iii) el rendimiento de madera por hectárea, estudiado en plantaciones de 7 años de álamo I-154, disminuye rápidamente con el aumento de la distancia entre las plantas, lo que justifica la diferente técnica de cultivo empleada en la Argentina, en oposición a la que preconizan los alamicultores europeos.

Distancia (metros)	Volumen m ³ /hectárea
2 x 3	172,0
3 x 3	137,4
5 x 5	90,3
6 x 7	70,2

Se ha dado especial importancia a algunas experiencias realizadas con *Pinus caribaea* y *Pinus taeda*, por las excelentes cualidades de ambas especies para suministrar materia prima para celulosa y papel. El *Pinus caribaea* plantado en 1948 en grupos, con pan de tierra, dió muy buenos resultados. Después de realizado el raleo y dejando una planta de cada grupo, a fines del año 1949 alcanzó este pino 1,60 metros de altura.

En los terrenos más bajos, después de producirse repuntes altos y duraderos y vientos fuertes persistentes, se observó en 1950 la inclinación y la caída de algunos ejemplares de *Pinus caribaea* plantados en 1948. En la parte más alta,

es decir, en semialbardones y albardones, no hubo daños. En las plantas tumbadas se observó que el sistema radicular estaba formado por raíces laterales superficiales y que la raíz principal se había retrasado mucho en su desarrollo, manteniéndose muy corta y débil o desaparecido del todo. El sistema aéreo se desarrolló vigorosamente, aumentando mucho su peso y desplazando hacia arriba el centro de gravedad. Por consiguiente, la planta no disponía del sostén indispensable para resistir un suelo ablandado.

Los datos sobre el crecimiento, en distintas distancias, especialmente de salicáceas, así como en otras especies que prosperan en esa zona, permiten resolver las consultas formuladas por grandes y pequeños plantadores.

Las plantaciones forestales en la zona del delta se ejecutan con gastos relativamente muy elevados. La preparación del terreno y la labor de zanjeo son en general muy onerosas; la lucha contra la maleza y los roedores, y el mantenimiento de una distancia correspondiente entre los árboles, requieren atención y los gastos serán inevitables.

La Estación Forestal Presidente Perón, gracias a la experiencia adquirida en sus propias plantaciones, dispone de una base sólida para orientar acerca de los distintos aspectos de la labor en las plantaciones.

En el desarrollo de las plantaciones influyen tanto los diversos tipos de zanjeo como las distintas cantidades y diferentes dimensiones de zanjas y sangrías de drenaje aplicadas. Para este trabajo se propuso el empleo de algunas máquinas, de las cuales ya se utilizan varias en distintas partes del delta.

Es interesante analizar la influencia de la sistematización del terreno en el crecimiento. Las plantaciones de los bordes se distinguen por su mejor desarrollo y vigor. El árbol promedio del borde supera al del interior del cuadro en un 50 por ciento con respecto al volumen; por consiguiente, el valor comercial de esa madera es mayor que el de la que se halla dentro del cuadro.

La limpieza de malezas, además del zanjeo, constituye una condición esencial para que la plantación se desarrolle en forma satisfactoria. La eliminación de las malezas, y especialmente del pajonal, se consigue en parte aplastándolas con el tractor. El resultado logrado en ese establecimiento demostró que el trabajo del tractor es mucho más económico que el efectuado en forma manual. Ya no hay casi ninguna plantación superior a 50 hectáreas que no disponga de un tractor.

En cuanto a la poda, las observaciones demuestran que el crecimiento disminuye en la mayoría de las plantaciones podadas artificialmente.

Especies	Edad (años)	Distancia (metros)	Diámetro promedio de la plantación		Porcentaje de disminución
			Sin poda (cm.)	Con poda (cm.)	
Alamo 154 . . .	7	6 x 7	27,5	24,1	13
Alamo 154 . . .	7	3 x 3	16,6	15,8	5
Alamo 154 . . .	3	5 x 3	5,7	5,5	4
Alamo 214 . . .	4	2 x 3	12,2	11,1	9
Pino taeda . . .	3	2 x 2,5	10,7	9,5	12
Pino caribaea . . .	5	2 x 4	13,3	12,4	7

c) Costo de la madera para pasta proveniente de plantaciones

En los cuadros 1 y 2 se ofrecen datos sobre el costo de la madera para pasta obtenida de las plantaciones de Misiones y del delta del Paraná.

Cuadro 1

COSTO DE MADERA PARA PASTA PROVENIENTE DE PLANTACIONES

(En pesos argentinos por hectárea)

PINO DE PARANÁ (*Arancaria angustifolia*), turno: 8 años

	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto a décimo quinto año	Total
MISIONES						
Desmote y preparación del terreno	820					
Marcación	45	300	250			
Dstrucción de hormigas	360					
Semillas	660					
Hoyos y siembra	260	150	50			
Carpidas	900	480	420			
Replanta		200	66			
Plantación		200	67			
Corta fuego y seguro contra incendios					4,400	
Gastos varios, incluso vigilancia de trabajos	140	100	80	760		
Total	3,185	1,430	933	760	4,440	10,708 (931 dólares^a)

SAUCE-ÁLAMO, turno: 8 años

	Primer año ¹	Segundo año	Tercer año	Cuarto a octavo año	Total
DELTA DEL PARANA					
Drenaje	1,000				
Desmote, preparación del terreno	500				
Estacas	250				
Plantación	200				
Desmalezamiento	500	500	400		
Lucha contra roedores	100				
Replanta		100			
Limpieza de zanjas		100	100		
Gastos varios, vigilancia de trabajos	50	50	100	500	
Total	2,600	750	600	500	4,450 (387 dólares^a)

ÁLAMO, turno: 8 años

	Primer año ¹	Segundo año	Tercer año	Cuarto a octavo año	Total
DELTA DEL PARANA					
Drenaje	800				
Desmote, preparación del terreno	500				
Estacas	250				
Plantación	100				
Desmalezamiento	500	500	400		
Lucha contra roedores	100				
Replanta		100			
Limpieza de zanjas		100	100		
Gastos varios, vigilancia de trabajos	50	50	100	500	
Total	2,300	750	600	500	4,150 (361 dólares^a)

^a Se ha utilizado el tipo de cambio de paridad de poder de compra de 11,50 nacionales por dólar, calculado para 1954 por la Comisión Económica para la América Latina.

Cuadro 2

RENTABILIDAD DE LA MADERA PARA PASTA PROVENIENTE DE PLANTACIONES

(Pesos argentinos por hectárea)

	Pino de Misiones	Sauce-álamo del delta	Álamo del delta
Gastos totales	10.708	4.450	4.150
Gastos totales (incluso interés al 5 por ciento)	18.500	6.228	6.142
Ingresos	45.000 ^a	16.000 ^b	29.000 ^c
Utilidad neta por hectárea	26.500	9.772	22.858

^a 300 metros cúbicos por hectárea, a 150 pesos por metro cúbico de árbol en pie.

^b 7.000 y 4.000 metros lineales de madera aserrada y de tornería a 2,00 y 0,40 pesos, respectivamente, por metro lineal (en pie), más 400 pesos por estacones, estacas y leña.

^c 8.000 y 4.000 metros lineales de madera aserrada y de tornería, respectivamente, a precios vigentes en el mercado, menos 6.000 pesos correspondientes a explotación y transporte.

d) Crédito, fomento y asesoramiento

Durante el período del Primer Plan Quinquenal, el gobierno sancionó la Ley de Defensa de la Riqueza Forestal, que proporcionó los medios legales y los recursos para la realización de la política forestal de la Argentina. Entre otras medidas favorables para el desarrollo de la economía forestal argentina, el artículo 59 de la mencionada Ley prevé lo siguiente:

"El Banco de la Nación Argentina y el de Crédito Industrial, acordarán a los particulares, créditos de carácter especial para trabajos de forestación y reforestación, industrialización y comercialización de productos forestales, adecuando a las necesidades respectivas los plazos y tipos de interés".

De acuerdo con ese precepto, el Banco de la Nación Argentina, asesorado por la Administración Nacional de Bosques y en colaboración con ella, ha dictado las reglamentaciones y trata de estimular la producción forestal en general y, especialmente, de abastecer de materia prima a las fábricas de celulosa y papel. Hasta el año 1952, la Administración Nacional de Bosques aprobó planes de trabajos de forestación y reforestación relativos a 24.000 hectáreas, los que debían realizarse mediante la ayuda de préstamos oficiales por un valor total de 75 millones de pesos.

Por su posible interés, se citan algunos pasajes de dichas reglamentaciones. Por ejemplo, se especifica que el préstamo será "para preparación de la tierra, adquisición de plantas y gastos de plantación y culturales hasta el tercer año, de especies forestales aptas para producción de materia prima para papel"; se otorgará crédito "hasta el 90 por ciento de las inversiones a realizar y dentro de las proporciones máximas por hectárea y por zona mencionada. Entre otras condiciones de las reglamentaciones mencionadas, deben destacarse también: el interés de 5 por ciento; el plazo de crédito hasta 10 años, para la materia prima para papel, y la obligación de presentar al Banco un plan de forestación firmado por un ingeniero agrónomo autorizado y aprobado por la autoridad forestal correspondiente.

El artículo 57 de la Ley de Defensa de la Riqueza Forestal (No. 13/273/48) dice: "Decláranse exentos de impuestos los bosques y montes artificiales". Según el artículo 60, "serán liberadas del impuesto a los réditos las utilidades que se inviertan en nuevas plantaciones forestales y en mejoras silvícolas en general". Según el punto e) del artículo 62, "facúltase al Poder Ejecutivo para implantar el seguro contra incendio de bosques", y según el punto g) del mismo artículo, para "distribuir gratuitamente simientes, estacas y plantas". En virtud del artículo 63, "decláranse liberados de derechos aduaneros los equipos, útiles, drogas, semillas, estacas forestales y demás elementos necesarios para la forestación y reforestación del país y trabajos de investigación que deba introducir la autoridad forestal".

La importancia del asesoramiento técnico que el gobierno, por intermedio de su organismo, otorga a los productores forestales queda comprobada por el número de personas que casi diariamente visitan las oficinas de la Administración Nacional de Bosques y de los establecimientos dependientes de ella, especialmente la Estación Forestal Presidente Perón en Paraná Miní; no sólo solicitan asesoramiento de expertos los propietarios de tierras interesados en plantaciones forestales, sino también las instituciones bancarias y los técnicos.

Un aspecto destacado de tal asesoramiento lo constituyen los folletos de divulgación que la Administración Nacional de Bosques prepara y distribuye entre los interesados y que versan sobre la plantación y cuidado de distintas especies

forestales, de las cuales ocupan el primer lugar las destinadas a la producción de papel y celulosa.

3. EL SEGUNDO PLAN QUINQUENAL

Este plan, que abarca el período 1953-57, dará trascendental impulso al desarrollo forestal. El objetivo fundamental del plan se expresa en su capítulo XI, intitulado "Acción Forestal":

"En materia de acción forestal, el objetivo fundamental de la Nación será lograr el autoabastecimiento de la madera que necesita, asegurando al mismo tiempo la estabilidad y evolución de una sólida economía forestal (XI.F)".

Respecto a los objetivos generales, se señala lo siguiente:

"Es indispensable el conocimiento de los recursos forestales y para ello habrán de completarse el inventario y la ordenación de la superficie forestal del país (XI.G.1) determinando, entre otras cosas, en XI-G.2, que, respecto al régimen forestal, el aprovechamiento forestal debe ajustarse a las normas de la Ley 13.273, que permiten asegurar:

- a) la perpetuidad del bosque;
- b) su aprovechamiento integral;
- c) el uso racional de la materia prima forestal;
- d) la protección y el aumento del patrimonio forestal;
- e) la recuperación de los bosques degradados cuando así convenga."

Se prevén también las cooperativas y colonias forestales, estableciéndose que "serán asistidas técnica y financieramente por el Estado a fin de que trabajen en unidades económicas forestales o mixtas" (XI.G.3). El Estado auspiciará la mecanización de los trabajos forestales y la fabricación nacional de maquinarias forestales (XI.G.6). El crédito bancario facilitará el aprovechamiento forestal, la forestación y reforestación, estimulando inversiones privadas en conformidad con los objetivos del presente plan. La Administración Nacional de Bosques prestará asesoramiento técnico a las instituciones bancarias (XI.G.7). Los organismos forestales de la Nación y de las provincias realizarán investigaciones sobre la adaptación de nuevas especies forestales, que aseguren el futuro abastecimiento de materias primas forestales, especialmente de maderas blandas (XI.E.20). Respecto a las superficies destinadas a la forestación, se determina, según el segundo plan quinquenal, "que será preciso forestar y reforestar en todo el país, a largo plazo, una superficie mínima de 660.000 hectáreas", de las cuales se destinarán 60.000 a la producción de materia prima para papel. (XI.G.4).

Se especifica que, durante el quinquenio, la forestación y reforestación abarcará una superficie de 78.000 hectáreas, de las que se destinarán 20.000 al abastecimiento futuro de la materia prima forestal; los trabajos correspondientes estarán a cargo de:

Administración Nacional de Bosques	400 hectáreas (XI.E.8).
Provincias	1.200 "
Particulares	18.400 "

El plan quinquenal establece también los objetivos relacionados con la producción de la industria de papel y celulosa, que para 1957 habrán de ser los siguientes:

Partida	Toneladas anuales en 1957	Porcentaje del aumento sobre la producción actual
Papel de diario	50.000	108
Otros tipos de papel	230.000	53 ^a
Cartones y cartulinas	125.000	47
Pasta mecánica	50.000	657
Pasta química	135.000	300

^a Sobre la cifra de 1951.

Aunque estas cifras no corresponden a las necesarias para satisfacer las necesidades reales en 1957, cabe hacer notar que, durante el primer año del segundo plan quinquenal, se ha cumplido ya prácticamente el 80 por ciento de todos los objetivos señalados al respecto.

4. PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LAS ESPECIES MÁS APROPIADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PASTAS EN EL PAÍS

Los bosques argentinos se caracterizan por la escasez de coníferas. En un área forestal de 48,6 millones de hectáreas, de las cuales sólo se consideran productivas 22,9, no hay más que 100.000 hectáreas de coníferas accesibles y 100.000 inaccesibles, contra 22,7 millones de hectáreas de latifoliadas.

En la Argentina, sólo dos araucarias merecen estudiarse por la cantidad de ejemplares que de ellas existen: la *Araucaria angustifolia* y la *A. araucana*, con longitudes de fibras que oscilan entre 3, 4 y 4,5 milímetros, y el *Podocarpus parlatorei*, con fibras de 2 a 2,5 milímetros de longitud. De éstas, hay que descartar la *A. araucana*, a pesar de las buenas cualidades de su madera, debido a su crecimiento lento y a las dificultades que ocasiona la falta de comunicaciones adecuadas.

El "pino del cerro" (*Podocarpus parlatorei*) se utiliza para pasta mecánica en Tucumán, pero los inconvenientes del transporte limitan su explotación.

El "pino Paraná" (*Araucaria angustifolia*), entre las especies llamadas de fibra larga, es la más adecuada para la elaboración de pasta química en el país. Se trata de un árbol que alcanza alturas considerables, excediendo con frecuencia los 40 metros de altura, con un diámetro medio del tronco de 1 metro. Estos árboles gigantes, con sus copas horizontales y ramas arqueadas hacia arriba, sobrepasan el nivel común de la vegetación selvática. Con el tronco piramidal, recto y despejado, las ramas se van desprendiendo hasta más o menos las tres cuartas partes, para terminar en una copa en forma de corona. La longitud de estas ramas llega a los 10 metros y su base de inserción constituye los llamados "nudos" del pino, de forma cónica, caracterizados por depositarse en ellos la resina. La corteza es relativamente lisa y de color oscuro, con tintes violáceos en los árboles jóvenes y gris rojizo en los viejos. El espesor de la corteza, que varía con el diámetro, alcanza hasta 6 centímetros y en los árboles adultos representa el 24 por ciento del volumen total.

El pino de Paraná crece asociado con otras especies, como yerba mate, laurel negro, cedro, cancharana, guatambú, etc. Su desarrollo es rápido; a los 10 años alcanza un diámetro de 22 centímetros y a los 20 puede llegar hasta 40 centímetros.

Recién cortada, la madera del pino Paraná es de color blanco amarillento y cuando ha estado expuesta al aire, amarillo, suavemente rosado. Suele presentar vetas rosadas o gris claro. La textura es fina, uniforme; y el grano, derecho. Está clasificada dentro del grupo de las maderas blancas y blandas, con un peso específico de 0,50 a 0,55. Es más pesada que la madera de *Abies pectinata*, a la cual se asemeja por carecer de canales resiníferos. Por su densidad se asemeja al *Pinus sylvestris* y al *Pinus pinaster*, pero en su resistencia a la compresión es inferior a éstos. La parte superior del árbol presenta los ya citados "nudos", caracterizados por su dureza y su color rojo claro, con una longitud máxima de 30 centímetros.

Composición química de los nudos

	Porcentaje
Resina	32
Lignina	18
Celulosa	30
Cenizas	0,67

Los ensayos realizados para la fabricación de pasta con este material no han dado buenos resultados, porque son fuertemente coloreadas y de difícil blanqueo.

En el cuadro 3 se indican los resultados correspondientes al porcentaje de albura y duramen de la madera de pino Paraná.¹

Cuadro 3

PINO DE PARANA: PORCIENTOS DE ALBURA Y DURAMEN

	Albura (porcentaje)	Duramen (porcentaje)
Cenizas	0,46	1,00
Pentosanos	6,50	5,96
Lignina	31,10	29,40
Solubles en éter	1,89	2,64
ídem en alcohol	—	—
ídem en benceno	2,09	5,69
ídem en agua fría	0,50	3,41
ídem en agua caliente	1,17	5,46
ídem en NaOH 1%	12,85	16,23
Celulosa Cross-Bevan	58,85	57,25

Las pastas al bisulfito obtenidas con pino Paraná son tenaces, duras, pobres en pentosanos y resinas, y de color claro. La fibra es extraordinariamente larga (se encuentran fibras de hasta 6 milímetros), lo que da como resultado papeles voluminosos y duros, así como algunos inconvenientes en los procesos de depuración de las pastas.

Los rendimientos en pasta cruda oscilan entre 55 y 60 por ciento, según el grado de cocción. El rendimiento en pasta blanqueada es de 43 a 45 por ciento. Es fácil blanquear esta pasta, sobre todo cuando proviene de árboles jóvenes.

Con un grado de engorde de 45 Schopper-Riegler se obtuvieron las siguientes características:

Longitud de ruptura	8.000 - 11.000 m.
Resistencia al doble plegado	1.300 - 2.000
Coefficiente de reventamiento	40
Peso	50 gramos/m ²
Cloro activo	1 - 1 1/2 por ciento

Se hizo la cocción al bisulfito empleando soluciones con 5 a 6 por ciento de anhídrido sulfuroso total, y 1 a 2 por ciento de cal combinada, a 135-140 grados de temperatura durante 10 horas.

La imposibilidad de disponer de fibras largas para la fabricación de papel ha hecho que en los últimos años se intensificara el estudio de las especies latifoliadas o maderas de fibra corta. En el laboratorio de la Administración Nacional de Bosques se estudian las propiedades de las distintas maderas de especies latifoliadas que integran las asociaciones de la selva subtropical de Misiones, que actualmente no tienen ninguna aplicación, para destinarlas al abastecimiento de la industria del papel. El contenido de celulosa de estas especies oscila entre 40 y 50 por ciento, pasando rara vez de esta última cifra; el de lignina oscila entre 21 y 27 por ciento. La característica tal vez más interesante es el elevado porcentaje de pentosanos, que varía entre 18 y 20. Los llamados componentes secundarios o constituyentes que no forman parte de las paredes, son bastante abun-

¹ Resultados obtenidos por los Laboratorios de Celulosa Argentina, S. A., en Juan Ortiz, Santa Fe.

dantes, aunque varían en cantidad según las especies. Comprenden taninos, colorantes, ceras y rara vez tienen resinas. Estos solubles son de gran importancia porque muchas veces determinan el uso que puede darse a la madera.

El timbó blanco ha dado buenos resultados en cociones al sulfato. Su rendimiento en pasta blanqueada oscila entre 43 y 45 por ciento. Sus fibras, a pesar de ser cortas, forman hojas bastante resistentes si se las somete a un buen refinado. La resistencia de los papeles obtenidos de esta madera es la siguiente:

Longitud de ruptura	7.500 a 8.000 metros
Resistencia al desgarramiento	50
Resistencia al doble plegado	150 a 500

Por su baja resistencia al desgarramiento no se aconseja su empleo para fabricar papeles de embalaje sino para papeles de impresión.

Además es interesante consignar que la firma Borsari ha proyectado la instalación, en Ushuaia, de una planta de papel tipo kraft, empleando madera de lenga, para lo cual ha solicitado los créditos necesarios. Los ensayos con papel kraft obtenido en la planta piloto de la Universidad del Litoral han dado buenos resultados en comparación con otros papeles del mismo tipo empleados en el comercio local. El promedio de longitud de ruptura, superior a 5.000 metros para un papel sin cola ni carga, es muy prometedor.

La obtención de pasta mecánica se inició en la Argentina en 1913, en la fábrica "El Fénix", instalada en el litoral fluvial. Desde entonces esta elaboración ha sido continua, pero siempre en cantidades reducidas. Las especies más usuadas en el país son los álamos (criollo, Mussolini, carolina) y el sauce-álamo, además del pino del cerro, que se usa con buenos resultados en Tucumán.

Estas maderas dan pastas claras, compuestas por fibras de longitudes variables entre 1 y 1,5 milímetros las más largas y 0,2 a 0,3 milímetros las más cortas. De 100 kilogramos de madera seca se obtiene un rendimiento de hasta 70 kilogramos. El resto se pierde por separación de corteza, desechos, etc.

5. CONCLUSIONES

Para incrementar la fabricación de papel y celulosa, el gobierno argentino, en los planes quinquenales primero (1947-1952) y segundo (1953-1957), desarrolla su obra con las siguientes realizaciones:

a) Nuevas fábricas

Por medio del decreto N° 8594/49 se crearon las posibilidades para la instalación de nuevas fábricas, a base de

la materia prima existente en el país y de la nueva; en algunas de ellas la producción está en marcha.

b) Producción de materia prima forestal

i) Como el ambiente natural de Misiones es muy favorable para el desarrollo del pino Paraná (*Araucaria angustifolia*), conífera excelente como materia prima para la producción de papel y celulosa en dicha zona, se dedicó una atención especial a esta especie, facilitando su renovación artificial y profundizando los conocimientos sobre sus características biológicas y económicas. Además, comprobada la adaptación perfecta del *Eucalyptus saligna*, el *E. alba* y el *Pinus caribaea*, también a estas especies se dedicó atención especial, con miras a la producción de materia prima abundante en un plazo relativamente breve.

ii) El delta del río Paraná ofrece un ambiente muy favorable para las salicáceas y algunos pinos, después de haberse realizado varios trabajos de acondicionamiento del terreno. Como esta zona se encuentra a muy corta distancia de la capital federal, la enorme importancia de esa producción no necesita mayor justificación. Se ha dedicado atención preferente al acondicionamiento del terreno, a las especies forestales y a la técnica que conviene aplicar.

iii) El crédito especial favorece la realización de las plantaciones forestales por intermedio de la acción privada. En la actualidad funcionan plenamente los servicios crediticios del Banco de la Nación Argentina y del Banco de la Provincia de Buenos Aires.

iv) Contribuyen directamente a la producción de materia prima el fomento y el asesoramiento técnico permanente, la entrega de semillas, estacas y plantas necesarias a precios de fomento.

c) Investigaciones en curso

Se continúa la realización de las siguientes investigaciones realizadas con la producción de materia prima para papel y celulosa:

i) Características biológicas y económicas de las especies indígenas y exóticas aptas para la producción de papel y celulosa.

ii) Aplicación de una técnica adecuada para la formación de plantaciones económicas planificadas, sobre todo a base del empleo de maquinaria, para disminuir los costos de plantación.

iii) Lucha contra distintos factores adversos a una producción económica.

LA EXPERIENCIA SUDAFRICANA EN LA PLANTACION DE ESPECIES EXOTICAS¹

N. L. King

1. LA UNIÓN SUDAFRICANA Y SUS RECURSOS MADEREROS

La Unión Sudafricana comprende una superficie total de 122 millones de hectáreas. Sólo un 10 por ciento de esta vasta extensión recibe anualmente una precipitación pluvial media de 760 milímetros o más, y por eso existen zonas inmensas casi totalmente desprovistas de árboles nativos. Los bosques cubren sólo 3,5 por ciento (4,3 millones de hectáreas) de la superficie total, y 95 por ciento de ellos son de tipo seco, es decir, consisten en chaparrales y mimosa (*Acacia Karoo*); por lo tanto, tienen escaso valor económico salvo para la fabricación de estacas y como combustible.

Los verdaderos bosques madereros —los de zona húmeda que dan trozas de gran tamaño— ocupan apenas 202 mil hectáreas, o sea menos del 0,2 por ciento de la superficie total de la Unión. Se componen de *Podocarpus* (las únicas coníferas nativas de alguna importancia, denominadas localmente *yellowwoods*) y de gran cantidad de especies latifoliadas. Las especies madereras más útiles son de crecimiento muy lento para fines comerciales. Así, por ejemplo, los *yellowwoods* tardan de 150 a 200 años para alcanzar un diámetro de 46 a 48 centímetros a la altura del pecho.

El carácter insignificante de los recursos madereros de la Unión Sudafricana pone de manifiesto la necesidad de plantar bosques artificiales. Esta tarea se inició de 1880 a 1890, con 19 plantaciones pequeñas. Tales fueron los humildes comienzos de una empresa de importancia nacional que sólo en las plantaciones gubernamentales proporciona empleo a más de 31 mil personas.

2. PRINCIPALES ESPECIES QUE HAN PROSPERADO

En las primeras plantaciones se utilizaron diversas especies exóticas y algunas de las autóctonas más convenientes. Estas últimas no dieron buenos resultados, por lo cual se abandonó su cultivo. Entre las primeras se encontraban el *Pinus pinaster* y el *P. pinea*, introducidos en El Cabo en 1652 por los colonos holandeses y que se habían aclimatado muy bien a su nuevo medio. El *Pinus pinea* no volvió a plantarse porque sus ramas se bifurcan con exceso aunque el árbol esté rodeado muy de cerca por otros. En cambio, el *P. pinaster* dió muy buenos resultados y desde entonces se ha usado en gran escala. Aunque tolera los suelos pobres, su crecimiento es lento y su madera dura y pesada. Ha resultado más satisfactoria una especie traída recientemente de Portugal.

En cambio, el crecimiento del *P. radiata* (pino insigne) —de semillas de un árbol del Jardín Botánico de la Ciudad de El Cabo— superó las mejores esperanzas, aunque esta especie es algo más exigente en cuanto a suelos.

El *P. canariensis*, cuyo ritmo de crecimiento es casi igual al del *P. pinaster* pero que requiere el mismo tipo de suelo que el *P. radiata*, da una madera dura, fuerte y pesada;

ahora se le cultiva, sobre todo, para fabricar postes de transmisión eléctrica y de teléfonos.

De las especies latifoliadas que se ensayaron, la más importante es el *Eucalyptus diversicolor* (*karri gum*); crece rápidamente en terrenos húmedos y profundos y da una madera resistente apta para la fabricación de mangos de pico y para cierto tipo de madera de construcción. Se aclimata únicamente en ciertas zonas de El Cabo. El *Eucalyptus globulus* (*blue gum*) también ha prosperado en ciertas regiones, pero se ha abandonado su cultivo porque es muy susceptible al ataque de un coleóptero (*Gonipterus scoutellarus*).

El *P. caribaea*, el *P. taeda* y los *Acacia melanoxylon* (*blackwood*) se han plantado en gran escala en la región ubicada entre George y Humansdorp y también en la zona de lluvias estivales; el segundo necesita un suelo húmedo y profundo y da una madera bonita, que se usa principalmente para muebles.

En las montañas cercanas a la ciudad de King William ocupan una extensa superficie el *P. roxburghii* (*longifolia*) y el *P. patula*. El primero se desarrolla mejor en los climas más calurosos y en tierras más ricas que se encuentran en las laderas inferiores de las montañas. Ahora hay ciertas dudas acerca de la posibilidad de aprovechar su madera, debido a las vetas en espiral que contiene. El *P. patula*, introducido en 1914, medra muy bien a alturas de 900 a 1.500 metros; por su crecimiento rápido y su madera liviana y blanda que tiene diversas aplicaciones, ha adquirido gran importancia en la zona de lluvias estivales. En la misma región, también crecen el *Eucalyptus saligna* y la *Acacia mollissima* (*black wattle*), que se plantan para usos especiales en turnos de 8 a 10 años.

En Transkei, reserva aborígen, se ha desarrollado un tipo de silvicultura destinado a hacer frente a las necesidades específicas de esta población. Esta extensión, de 4 millones de hectáreas, fértil y con abundante riego, tiene 1,25 millones de habitantes, los cuales en su mayor parte, viven en chozas de zarzo recubierto de barro y con techo de palma. En la construcción de cada choza se emplean numerosas estacas y un millar de listones hechos de re-nuevos. Existen unas 250 mil chozas que se reconstruyen más o menos cada 10 años. En consecuencia, se necesitan casi 25 millones de listones anualmente. Las plantaciones de diversos eucaliptos y *black wattles*, en turnos medios de 10 años, constituyeron una fuente de abastecimiento de combustibles, estacas y listones a la vez que permitieron detener el agotamiento gradual de los bosques naturales.

El modo primitivo de construir se va modificando, sustituyéndose las chozas tradicionales por edificaciones más sólidas. A fin de hacer frente a la probable demanda futura de madera para construcción y para muebles rústicos, se comenzó hace algunos años a plantar bosques de *P. patula*, *P. caribaea*, *P. taeda* y *P. roxburghii*.

Por iniciativa privada fué traído el *black wattle* de Australia a Natal en 1864, y desde entonces se ha propagado rápidamente. Algunos ensayos realizados veinte años más tarde revelaron que la corteza de este árbol es rica en tanino.

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.4.7.

En la actualidad se destinan 162 mil hectáreas al cultivo de la acacia y el valor de exportación de la corteza se evalúa en cerca de 2 millones de libras esterlinas por año. La corteza alcanza su madurez en 8 a 10 años, época en que queda lista para su extracción. La madera es un producto secundario de estas plantaciones y se aprovecha en las minas para fabricar planchas de fibra y estacas y tiene gran demanda como combustible.

El *Eucalyptus saligna* es la especie preferida por los productores de madera para ademes porque es recto, crece rápidamente y su madera es liviana. Además se aprovecha para fabricar cajas, papeles y cartones e incluso se estudia la posibilidad de utilizarlo en breve para la producción de rayón. Si se ralea intensamente en sus primeros años, rinde una madera excelente para fabricar muebles siempre que sea secada al horno en forma adecuada.

En los últimos años los silvicultores de Natal se han dedicado al cultivo de las coníferas, además de acacias y eucaliptos, y ya han plantado grandes extensiones, sobre todo de *P. patula* y *P. caribaea*.

La plantación de bosques se inició en el suelo arenoso de la zona cálida y húmeda del litoral de Zululandia con *P. caribaea*, *P. taeda*, *P. palustris*, *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata* y *E. maculata*. Los particulares y empresas privadas han seguido el ejemplo del Estado, dedicándose en forma preferente al cultivo de *E. saligna*.

En el Transvaal, que tiene un clima parecido al de México, se han ensayado varias clases de pino. El *P. patula* ha prosperado muy bien, pero el *P. pseudostrobus* crece con mayor rapidez y da mejor madera. No ha resultado buen productor de semilla, pero rivalizará con el *P. patula* cuando se disponga de ésta en cantidades suficientes.

3. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Al principio el terreno se hoyaba simplemente a la distancia requerida. Este método era económico y resultaba práctico para los pinos, pero no así para las especies latifoliadas. Fué necesaria una preparación completa del terreno, ya sea mediante el arado y la rastra o recurriendo al trabajo manual. Sin embargo, se ha vuelto al sistema de hoyar el suelo sin prepararlo previamente, debido a los costos siempre crecientes, en aquellas zonas en que los roedores no constituyen gran problema y en donde la maleza no es demasiado vigorosa.

4. PLANTACIÓN DE LOS ÁRBOLES

Las semillas de acacia siempre se siembran directamente después de haberlas escaldado, pero, en general, se utilizan plantas de almácigo para los pinos. Es interesante hacer notar que en muchos criaderos de reciente formación, las plantitas de pino se ponían amarillas y secaban. Se comprobó que ello se debía a la falta de micorriza y se subsanó tal deficiencia agregando tierra proveniente de una plantación de pinos en donde éstos habían prosperado.

Se han ensayado diversas disposiciones, pero ahora se suelen plantar los pinos y eucaliptos a distancias de 2,7 x 2,7 metros en los terrenos de primera y segunda clase, mientras que las acacias, que se cultivan por su corteza, se plantan de semilla en hileras a una distancia de 1,8 a 2,7 metros.

5. CUIDADO DE LOS BOSQUES

Después de haber plantado los árboles dejando bastante espacio entre uno y otro, los primeros colonizadores co-

menzaron a plantarlos en forma tupida para después efectuar raleos frecuentes aunque moderados. A pesar de que esta práctica se tradujo en una pérdida prematura de las ramas, lo que sin duda contribuyó a producir madera de alta calidad, se prolongaron los períodos de rotación y aumentaron los costos. Este sistema resultaba muy conveniente para los pinos, pues las especies latifoliadas que crecen durante mucho tiempo en macizos tupidos se debilitan y no vuelven a recuperar su vigor ni con el raleo. Conviene dar la disposición final a las acacias (1.100 a 1.250 árboles por hectárea) de 2,5 a 3 años después de plantadas. Por lo general, los eucaliptos destinados a la fabricación de postes, que se cultivan con un período de rotación de 8 a 10 años, se plantan a una distancia de 2,7 x 2,7 metros y no se ralean.

6. PERÍODOS DE ROTACIÓN

Los períodos de rotación varían según la especie, la calidad del terreno y los fines que persigue la ordenación forestal. En cuanto a los pinos, se trata de obtener árboles con un diámetro medio de 116 centímetros en el extremo más grueso. Los períodos de rotación necesarios para obtener árboles del tamaño requerido son los que a continuación se indican:

Clase de árbol	Terrenos de		
	1ª calidad	2ª calidad	3ª calidad
Pinos de crecimiento rápido; es decir, <i>P. radiata</i> , <i>P. patula</i> y <i>P. pseudostrobus</i>	30	40	50
Pinos de crecimiento medio, es decir, <i>P. caribaea</i> y <i>P. taeda</i>	35	45	55
Pinos de crecimiento lento, es decir, <i>P. pinaster</i> , <i>P. canariensis</i> , <i>P. roxburghii</i> y <i>P. palustris</i>	40	50	60
<i>E. saligna</i> y <i>E. diversicolor</i> (para madera de gran tamaño)	30	40	
<i>Acacia melanoxylon</i> (madera para fabricar muebles)	50	60	

NOTA.—*E. saligna* para ademes, de 8 a 10 años. *Acacia mollissima* para corteza y madera, de 8 a 10 años.

7. PRODUCCIÓN DE MADERA POR HECTÁREA

Los cálculos de producción de madera por hectárea de diversos pinos pueden resumirse como sigue:

Clases	Terrenos de		
	1ª calidad (m³/ha)	2ª calidad (m³/ha)	3ª calidad (m³/ha)
Especies de crecimiento rápido	525	420	245
Especies de crecimiento medio	455	336	175
Especies de crecimiento lento	280	245	155

La madera que se obtiene del raleo representa por término medio un 25 a 30 por ciento del rendimiento final.

En general, puede calcularse que de cualquier superficie extensa, no más del 20 por ciento es de primera calidad, el 50 por ciento es de segunda y el 30 por ciento restante corresponde a la tercera calidad.

En las plantaciones de coníferas del Estado, se estima que el promedio anual de producción alcanza a 7 metros cúbicos por hectárea. Según los datos disponibles, el *E. saligna* cultivado en rotaciones de 8 a 10 años rinde un promedio de 17,7 metros cúbicos al año; las acacias, 10,5 metros cúbicos, y otras especies latifoliadas, 7 metros cúbicos.

8. EXTENSIÓN DE LAS PLANTACIONES: CLASIFICACIÓN POR EDADES

Las plantaciones de bosques madereros cubren una superficie de 623 mil hectáreas en la Unión Sudafricana. De las 197 hectáreas de plantaciones pertenecientes al Estado, 160 mil corresponden a coníferas, la especie más importante de las cuales es el *P. patula* con 41 mil hectáreas. En cambio, en las 425 mil hectáreas de bosques privados, sólo 66 mil se dedican a las coníferas; las especies latifoliadas son sobre todo acacias, que se cultivan para producir curtientes (232 mil hectáreas), y eucaliptos (116 mil).

Los datos de clasificación por edades existen sólo respecto a las plantaciones del Estado. El grupo 1920-40 representa 90 mil hectáreas, y el de 1940-53, 63 mil, del total de 160 mil hectáreas fiscales plantadas de coníferas. Estas cifras reflejan el interés del gobierno por plantar bosques a consecuencia de la aguda crisis maderera de la primera guerra mundial.

9. EXPLOTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS BOSQUES

La producción de los bosques y plantaciones del Estado en 1952/53 puede resumirse en el siguiente cuadro:

	Bosques naturales (m ³)	Plantaciones (m ³)	Total (m ³)
Trozas de coníferas	2.850	577.900	580.750
Trozas de especies latifoliadas	3.830	67.000	70.830
Ademes y postes	2.230	88.300	90.530
Madera para pasta	—	24.100	24.100
Leña	8.270	114.400	122.670
	17.180	871.700	888.881

Casi toda la madera de coníferas se obtuvo de los raleos y, por su tamaño reducido, se utilizó casi exclusivamente en la fabricación de cajones. Con el correr de los años aumentará el volumen de producción y el tamaño de la madera obtenida.

No existen datos sobre la producción de los bosques particulares, pero se estima que se han obtenido 142 mil metros cúbicos de madera de coníferas, 2.407 de acacias y 2.095 de eucaliptos y otras latifoliadas. La producción total —del Estado y privada— asciende, pues, a unos 5,5 millones de metros cúbicos.

En las últimas décadas del siglo pasado y en las primeras del actual, los aserraderos que se instalaron para explotar

los bosques naturales eran pequeños y de corta vida. A partir de 1933 la industria —generalmente de iniciativa privada, pero a base de plantaciones estatales de coníferas— se desarrolló rápidamente y continuará su expansión. Los troncos más grandes se convierten en madera para construcción y los más pequeños en cajones. En 1953 se destinaron 28 mil metros cúbicos (compuestos sobre todo de trozos pequeños, costaneras y recortes de tablas) de las plantaciones estatales para la fabricación de pasta. La principal dificultad a que tiene que hacer frente la industria celulósica la plantea el alto costo del transporte hasta los lugares donde hay suficiente cantidad de agua.

10. RENDIMIENTO POTENCIAL Y DEMANDA FUTURA

El rendimiento potencial de las plantaciones y bosques naturales sudafricanos puede estimarse en unos 7,5 millones de metros cúbicos al año. La demanda actual sería de unos 7 millones de metros cúbicos (incluyendo 3,1 millones de madera rolliza para usos industriales y de construcción, 1,1 millones de madera rolliza y parcialmente elaborada para las minas y 2,8 millones de leña). Es probable que este consumo aumente a 8,9 millones de metros cúbicos en los próximos diez años, lo que sobrepasaría en 1,4 millones de metros cúbicos al rendimiento potencial.

11. SUPERFICIE DISPONIBLE PARA LA PLANTACIÓN DE BOSQUES

En las regiones de lluvia invernal —parte sudoccidental y meridional de El Cabo— se encuentran 1,4 millones de hectáreas que reciben 762 o más milímetros de precipitación al año. Sin embargo, una angosta faja que corre a lo largo de los cerros es la única que tiene suficiente profundidad para plantar árboles, y descontando los terrenos que se ocupan en otras actividades, quedan sólo 20 mil hectáreas disponibles para los bosques.

En la zona de lluvias estivales existen unos 8,9 millones de hectáreas con precipitación suficiente. Pero más de un 60 por ciento de esta superficie presenta suelos inadecuados y hay que descartar otras extensiones grandes porque ya están cubiertas de bosques naturales y artificiales, caña de azúcar y otros cultivos, así como reservas para los aborígenes, donde escasea la tierra. Por lo tanto sólo quedan 0,9 a 1,2 millones de hectáreas, que bastarían para satisfacer la demanda nacional de madera si no fuera porque casi todo el terreno se destina a la ganadería o la agricultura y es dudoso que los terratenientes quieran abandonar estas actividades en beneficio de la silvicultura.

ELABORACION DE CELULOSA Y PASTA MECANICA DE SAUCE, SAUCE-ÁLAMO Y ÁLAMO¹

Celulosa Argentina, S. A.

I. CONSIDERACIONES GENERALES

a) Breve reseña sobre las salicáceas

Las salicáceas, plantas que crecen en su mayor parte en las zonas templadas, pertenecen a la clase de las dicotiledóneas y al orden de las salicales, que comprende los géneros *Salix* y *Populus*.

Las especies del género *Salix* —generalmente arbustos y arbolillos— necesitan agua abundante, por lo que se desarrollan con frecuencia en los bañados o en las márgenes de ríos y arroyos. Estas plantas, conocidas comúnmente con los nombres de sargas, sauces o mimbreras, se caracterizan por tener ramas delgadas, largas y flexibles que, además de su valor ornamental, en algunas de las especies tienen aplicación en la manufactura de cestos y canastillos. Los sauces se dan muy bien en terrenos bajos, muy húmedos o inundables, como los del delta del Paraná, donde el sauce-álamo representa el 80 por ciento en todas las plantaciones. Este árbol ofrece, entre otras, las siguientes ventajas: su madera es blanca y casi sin vetas, con fibras compactas y de escaso volumen específico; es fácil descortezarlo cuando está verde, y una vez cortado puede almacenarse a la intemperie durante bastante tiempo sin que se deteriore.

Entre las plantaciones forestales del delta, siguen en importancia los sauces híbridos, provenientes de la mezcla del sauce criollo, común o colorado (*Salix humboldtiana*), principalmente con el sauce llorón (*Salix babilónica*) y secundariamente con el sauce-álamo.

Los árboles del género *Populus* alcanzan grandes dimensiones y florecen antes de brotar las hojas. Se desarrollan de preferencia en terrenos secos y altos.

El álamo Mussolini (A. M.) —también denominado *Euroamericana* 154 (E. A. 154)— ha dado excelentes resultados en las plantaciones del delta. Se desarrolla con bastante rapidez y su madera es blanca. Presenta el inconveniente de que una vez cortado no soporta más de cuatro meses de almacenamiento, pues su corteza se desprende y su madera pierde toda consistencia como material fibroso. Con pasta mecánica obtenida de esta especie y del álamo criollo se fabrican papeles suaves, es decir, de mucho volumen y poco peso.

b) Pasta mecánica de madera de fibra corta

A base de maderas de álamo y de sauce-álamo se obtiene en la Argentina pasta mecánica de excelente calidad para fabricar numerosos tipos de cartón y algunas clases de papel.

Según experimentos efectuados con una variedad de álamo (álamo temblón, *Populus tremuloides*), en el Forest Products Laboratory, de Madison, Estados Unidos, es preferible emplear una piedra desfibrador de superficie lisa para la producción de pasta destinada a la fabricación de papel para libros. Con esa piedra se puede obtener pasta de alta

resistencia, con mayor producción y menor consumo de energía que con una piedra afilada o picada, a igualdad de condiciones en lo que respecta a calidad.

Para producir pasta de igual resistencia, se requiere más energía con el álamo que con el abeto. En cambio, desfibrados en condiciones similares, el álamo se desfibra más y consume menos energía por tonelada; sus fibras tienen menor resistencia y menor longitud media, y su grado de engorde es mayor.

Para mejorar la calidad de las pastas mecánicas, se ha efectuado gran número de experimentos que consisten en tratar la madera con vapor, agua hirviendo y sustancias químicas antes de desfibrarla. Aunque con tales tratamientos disminuye ligeramente el rendimiento en pasta y a veces el consumo de energía es mayor durante el desfibrado, no se debe esperar una mejora importante en la resistencia y características de las fibras. Sin embargo, como resultado del tratamiento previo con vapor y agua hirviendo, se logró mejorar la pasta mecánica de álamo, si bien no resultó tan clara como la de coníferas tratadas con ese mismo procedimiento. Por otra parte, no fué necesario aumentar el consumo de energía para conseguir tal mejora. El tratamiento químico de la madera antes de desfibrarla sirve para obtener una pasta más clara que con el simple tratamiento al vapor o al agua hirviendo.

En la mayor parte de los trabajos se trató la madera con sulfito de sodio y carbonato de sodio. Como la pasta obtenida no resultó suficientemente clara, en una de las pruebas fué necesario desfibrar la madera a baja presión empleando una piedra ligeramente afilada o picada, lo cual, por su parte, hizo que disminuyera la producción. En otro experimento, el costo de producción de pasta de madera tratada resultó superior al de la pasta de madera no tratada, pero en cambio se consiguió reducir la proporción de pasta al sulfito, necesaria en la fabricación de papel de diario, lo que se tradujo en una economía apreciable. De lo anterior se deduce que es recomendable este tratamiento químico preliminar cuando es elevado el costo de la celulosa al sulfito.

Se puede fomentar el empleo de pasta mecánica con el tratamiento de blanqueo, que no tuvo éxito al principio por el elevado costo de los reactivos y la poca estabilidad del grado de blancura obtenido. Actualmente hay un nuevo interés por las pastas mecánicas de blanqueo más permanente, para emplearlas en la fabricación de papel de libros. El alto costo de blanqueo ya no tiene importancia, y el interés es mayor aún debido al empleo de oxidantes, con los cuales se obtienen resultados más duraderos que con los agentes reductores antes utilizados. Recientemente se ha dado gran importancia a los hipocloritos de sodio y de calcio y al peróxido de sodio.

2. ENSAYOS DE LABORATORIO

a) Pasta química de sauce común o sauce colorado

La densidad de la madera de sauce común o sauce colorado (*Salix humboldtiana*) oscila entre 400 y 450 kilogramos

¹ Versión del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.4.8, en el que figuran 15 cuadros con los resultados de los ensayos llevados a cabo.

mos por metro cúbico, valor bajo si se compara con otras maderas de fibra corta o larga. Esto es muy importante en cuanto al rendimiento de pasta que puede obtenerse por metro cúbico de madera, sobre todo cuando se trata de producir pasta mecánica. En cambio, tratándose de pasta química, el bajo peso de la madera por metro cúbico se compensa con un mayor contenido de celulosa, de manera que el rendimiento de pasta por unidad de volumen es comparable al de algunas maderas de fibra larga. El promedio de la longitud de fibras de sauce se aproxima a 1 milímetro y el diámetro promedio es alrededor de 0,03 milímetros.

Las pastas preparadas con esta madera, al igual que las de álamo y sauce-álamo, contienen pequeños fragmentos de tejido leñoso que ejercen marcada influencia sobre las propiedades del papel elaborado. Son generalmente apropiadas para papeles blandos y opacos, de mucho volumen, buena formación y buenas propiedades de impresión.

Los ensayos llevados a cabo en el laboratorio de Celulosa Argentina, S. A., revelan que el sauce colorado no presenta dificultades en la cocción al sulfato. La pasta obtenida se blanquea en forma normal y el producto blanqueado es de fibras cortas y de buena resistencia. Este tipo de celulosa confiere al papel buen grado de absorción y buenas cualidades de opacidad. Se utiliza principalmente combinada con pasta blanqueada de abeto en la fabricación de papel para libros.

b) Pasta semiquímica de sauce-álamo (*Salix var. calva*)

Los ensayos realizados con algunas variedades de álamo en el Forest Products Laboratory, de Madison (Estados Unidos), han demostrado que el empleo de esas especies para fabricar pasta semiquímica es factible, sobre todo por su alto contenido celulósico, su bajo tenor en lignina y por el color bastante claro de la pasta que de ellas se obtiene.

El procedimiento consiste en someter las astillas a una cocción parcial seguida por un desfibrado mecánico, en el que se obtiene un rendimiento elevado, del 70 al 85 por ciento. Según el grado de la cocción es posible obtener pastas que, blanqueadas en distintos grados y mezcladas con otras, son utilizables hasta en la fabricación de papel de imprenta y libros.

Es provechoso producir pasta semiquímica a base de las maderas mencionadas y de todas las de fibra corta, pues la pasta resultante es relativamente resistente a pesar de la exigua longitud de las fibras. La pasta semiquímica de álamo y sauce-álamo se utiliza cada vez más para sustituir en parte a la pasta química, en una variedad de tipos de papel, incluyendo el de diario. Hoy día es posible lograr pastas semiquímicas totalmente blanqueadas, con alto rendimiento y muy buena resistencia.

La cocción mediante el procedimiento semiquímico al sulfito neutro elimina entre un tercio y la mitad de la lignina y convierte las astillas en una masa fibrosa de la que puede eliminarse el resto de lignina por la acción del cloro y del hipoclorito. Como resultado de la eliminación de la totalidad de la lignina, aumenta la resistencia de la pasta y el blanqueo puede hacerse hasta alcanzar la blancura deseada.

La madera del álamo y del sauce-álamo se presta admirablemente para este procedimiento por su alto contenido celulósico, su baja proporción de lignina y la facilidad con que puede ser transformada en celulosa. Con ella se han conseguido rendimientos del 55 al 58 por ciento de celulosa blanqueada y resistencias a menudo similares a la de la madera de fibra larga.

En los laboratorios de Celulosa Argentina, S. A., se llevó a cabo una serie de ensayos con muestras de sauce-álamo, y se comprobó que con esta especie puede obtenerse pasta semiquímica al sulfito neutro, de un grado de blanqueo mayor o menor según el grado de cocción a que se la someta. Con menos sulfito e hidróxido sódico se obtiene una pasta más cruda, más oscura y más difícil de desfibrar. Con una proporción adecuada de sulfito sódico (10 por ciento sobre astillas secas) se obtiene una buena cocción que, a medida que aumenta el tiempo de tratamiento a temperatura máxima, da mejores pastas, de más fácil blanqueo y de mayor grado de blancura después del blanqueo.

Tratándose de pastas semiquímicas, el blanqueo por oxidación es más económico que el de cloruración en varias etapas, ya que su rendimiento es mayor y su costo relativamente bajo. Sin embargo, el grado de blancura final tiene un límite, y la estabilidad del color es menor que la correspondiente al blanqueo en varias etapas. Como para el empleo a que se destinarán tales pastas no se requieren cualidades excepcionales de blancura o resistencia, se ha adoptado el procedimiento de blanqueo en una sola etapa con hipoclorito de calcio.

c) Blanqueo de la pasta mecánica de sauce-álamo

La blancura natural de la madera de sauce-álamo facilita mucho el blanqueo de la pasta mecánica obtenida de ella. Los ensayos efectuados en los laboratorios de Celulosa Argentina, S. A., revelan que es posible obtener una blancura de 70 si se blanquea la pasta por seis horas con 3 por ciento de peróxido de sodio (basado en el peso de la pasta en seco) a una temperatura constante de 32°C. y con una alcalinidad inicial de 1,8 por ciento de NaOH.

En la producción de pasta mecánica se obtienen rendimientos del 95 por ciento sobre madera seca, cifra que sólo descende en 1 por ciento después del blanqueo con peróxido. Conviene fabricar papel de diversos tipos empleando pasta relativamente buena, de alto rendimiento una vez blanqueada y de bajo costo, sobre todo en aquellos países donde los reactivos blanqueantes se pueden obtener en cantidad y a bajo precio.

En la Argentina no se producen peróxidos y el alto costo de los mismos obliga a descartar su empleo. En la fábrica de pasta mecánica de sauce-álamo de Zárate se ha sustituido el peróxido de sodio por el bisulfito de sodio, que es barato y abunda en el país.

El blanqueo se efectúa rociando con una lluvia fina de solución de bisulfito de sodio el rodillo del prensapasta, una vez formadas las hojas y antes de doblarlas. Esta solución comienza a blanquear la pasta mecánica en estado húmedo y su acción continúa mientras se mantiene en las estibas. La pasta mecánica puede usarse directamente, pues no es necesario lavarla después del blanqueo. Si se la deja mucho tiempo almacenada en estado húmedo, se oscurece nuevamente, por lo cual conviene secarla, o utilizarla a los pocos días en la fabricación de papel.

3. RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE LA PASTA MECÁNICA DE SAUCE-ÁLAMO Y EL AFILADO DE LA PIEDRA DEL DESFIBRADOR

Se realizaron una serie de ensayos para determinar la calidad y las características de la pasta mecánica obtenida afilando a distintas velocidades la piedra del desfibrador.

El propósito principal consistía en obtener pasta mecánica, la que, combinada con pasta química, tiene una resis-

tencia en húmedo inicial suficiente para impedir la ruptura en la máquina de papel. Esta condición debe satisfacerse aunque para ello sea necesario aumentar en la mezcla el por ciento de pasta química, que es más cara.

En el ensayo realizado con el desfibrador se mantuvieron constantes los siguientes factores: *a*) la piedra: diámetro, grano, estado de la superficie y número de revoluciones; *b*) factores generales: número de prensas, presión útil, caudal de agua que sale de las regaderas para lavar la superficie de la piedra, potencia absorbida, etc. Además, se procuró mantener constantes en cada ensayo el tipo y la calidad de la madera, no sólo en cuanto a su naturaleza, sino también en lo relativo a la uniformidad del contenido de humedad de la misma (ya se tratase de madera verde o seca), la temperatura de la fosa y la consistencia y concentración de la pasta en la fosa. Como la superficie de la piedra, y por ende el afilado de la misma, determinan la calidad de la pasta mecánica, se realizaron sobre este aspecto cuatro ensayos: *a*) después de afilar la piedra por 4,3 segundos con fresa Núm. 12; *b*) después de afilar la piedra por 62 segundos con fresa Núm. 12; *c*) después de afilar la piedra por 30 segundos con fresa Núm. 12, y *d*) después de afilar la piedra por 10 segundos en fresa Núm. 13.

La resistencia más elevada (1.040 metros) en hojas de laboratorio de pasta terminada corresponde al desfibramiento de madera seca con afilado lento (62 segundos) y fresa número 12. Los valores más bajos (454 metros) corresponden a maderas verdes con una velocidad de afilado de 30 segundos. La duración del afilado repercute en forma escalonada en las resistencias logradas, del más rápido al más lento (4,30 y 60 segundos respectivamente para la madera seca). Considerando como límite un período de ensayo de 72 horas después del afilado, se suelen obtener los más altos valores de resistencias, con madera seca como con madera verde, después de dos o tres días de haber sido afilada la piedra.

En cuanto al grado de engorde, la madera seca dió en todos los casos valores más elevados que la madera húmeda; los mayores se registraron con afilado lento durante 62 segundos, decreciendo con afilado de 30 y de 4 segundos. De

los resultados obtenidos se desprende que el grado de engorde es más alto en las pastas obtenidas en las horas siguientes a la afiladura y luego decrece.

En las maderas secas, los afilados rápido y lento influyen en el por ciento de harina o fino, como se explica a continuación: *a*) el afilado lento de 62 segundos da el valor más alto de por ciento de fino o harina; *b*) el por ciento de fino aumenta cuando la piedra pierde su filo en forma pronunciada; *c*) el afilado de 30 segundos da menor cantidad de fino.

En iguales condiciones de velocidad de afilado, la madera verde da mayor por ciento de fino con el afilado rápido (4 segundos), aunque se mantiene estacionario después de las 48 horas. En cambio, en 30 y 62 segundos se obtiene un por ciento mayor con madera seca.

Con la más alta concentración en la fosa y, en consecuencia, con temperaturas más elevadas durante el desfibrado, se obtienen los mayores porcentos de fino y las mejores propiedades tecnológicas de la pasta.

Si los demás valores se mantienen constantes, se obtienen los más altos valores del grado Schopper-Riegler y la más alta resistencia cuando la temperatura media y el grado de concentración son elevados. En cambio, con baja concentración de fosa y baja temperatura, la pasta de la fosa es mucho más gruesa que en el caso anterior.

La máxima producción con maderas secas al 100 por ciento se logra durante las 48 horas después del afilado y luego decrece.

Las conclusiones ya anotadas pueden resumirse de la manera siguiente: *a*) el afilado lento da menos producción horaria, mayor desgaste de fresas, grado Schopper-Riegler más elevado, resistencia más alta, por ciento mayor de fino en la pasta, mayor número de paradas por afilada de piedra, mayor desgaste de piedra y propiedades tecnológicas superiores desde el punto de vista económico; *b*) con el afilado rápido se obtienen resultados totalmente opuestos. Estas conclusiones se refieren a ensayos realizados en las mismas condiciones de trabajo, manteniendo constantes las variables que intervienen en el proceso de desfibrado.

FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA A BASE DE EUCALIPTO EN AUSTRALIA¹

R. B. Jeffreys

I. INTRODUCCIÓN

Aunque los experimentos científicos para determinar la utilidad del eucalipto en la fabricación de papel y celulosa se iniciaron en 1920, hasta 1938 no se organizó la producción comercial de celulosa a base de esta madera. Antes de ese año sólo una empresa papelera —la Australian Paper Manufacturers Ltd.— estaba en marcha en Australia y fabricaba diversos papeles de envolver y cartones. La totalidad de las pastas químicas y mecánicas empleadas se traía del extranjero, principalmente de los países escandinavos. Tres años más tarde se instalaron tres grandes empresas que utilizaron la pasta de eucalipto como parte de la materia prima papelera. En 1938, la Associated Pulp and Paper Mills Ltd. inició sus actividades en la planta de Burnie, Tasmania, empleando la pasta blanqueada de eucalipto a la soda como parte principal de la materia prima destinada a la fabricación de papeles de imprenta y de escribir.

La Australian Paper Manufacturers, que había establecido una planta piloto con capacidad para 10 toneladas diarias a principios de 1938, inauguró una instalación comercial de pasta kraft en septiembre de 1939. Desde esa fecha ha utilizado la pasta de eucalipto sin blanquear, semi-blanqueada y blanqueada como parte de la materia prima de papeles de envolver y cartones. Esta fábrica de celulosa kraft está situada en Maryvale, entre Morwell y Traralgon, en Gippsland, Victoria.

A principios de 1941, la Australian Newsprint Mills Ltd. estableció una planta en Boyer, cerca de New Norfolk, Tasmania. Esta empresa fabrica papel de diario con alto porcentaje de pasta mecánica de eucalipto.

Muchas razones justifican la gran demora producida en Australia entre la iniciación de los experimentos científicos y la inauguración de la primera instalación comercial a base del eucalipto como materia prima para la fabricación de papel y celulosa. Como la madera del eucalipto es dura y sus fibras son cortas, era natural que los primeros ensayos de aprovechamiento se efectuaran en relación con los papeles en que ya se utilizaban las pasta de fibras cortas en el extranjero, es decir, los papeles finos de imprenta y de escribir. Pronto se comprobó que las pastas de eucalipto a la soda podían aprovecharse para este fin. Además, otras causas demoraron el establecimiento de la planta en Burnie.

Los experimentos siguientes se dedicaron principalmente a los procedimientos al sulfito y mecánicos destinados a fabricar papel de diario. Sólo muchos años después se iniciaron los estudios mediante los cuales se comprobó definitivamente que la pasta kraft de eucalipto podía usarse como parte constitutiva principal en la fabricación de papeles de envolver y de forros o revestimiento para cartón.

Por lo que toca al papel de diario, el problema es sin duda el que sigue: para fabricarlo económicamente en lo que es práctica normal se necesita usar por lo menos un 80 por ciento de pasta mecánica. Por lo tanto, era lógico que se dudara mucho antes de construir una planta de papel de

diario con un contenido de 80 por ciento de pasta mecánica hecha a base de una madera cuyas fibras median, como término medio, sólo un milímetro de largo.

Sin duda que la situación inestable de Europa a mediados de los años treinta, ante la posibilidad de una guerra y con la consiguiente interrupción del suministro de papel para el mercado australiano, contribuyó a acelerar los planes de las empresas interesadas, con el fin de que Australia se liberase en gran parte de su dependencia de los mercados extranjeros.

Existen unas 400 especies de eucalipto, que en su estado natural parecen tener adaptabilidad limitada en cuanto a clima, suelos y ubicación u orientación. Generalmente crecen dos o más especies juntas; los rodales puros son escasos, aunque a veces predomina alguna especie. Es frecuente que las especies cohabitantes sean de distinto tipo. Sin embargo, hay excepciones y se encuentran algunos bosques puros. Las especies más interesantes para los papeleros son *Eucalyptus regnans* y *Eucalyptus gigantea*, que generalmente se encuentran en rodales puros. Constituye otra excepción el *Eucalyptus eugenoides*, que se presenta en bosques relativamente puros en East Gippsland.

Fundamentalmente hay 5 tipos distintos de eucalipto, que en Australia se denominan: 1) *gums*, de cortezas delgadas y lisas, por lo cual son muy inflamables y, en general, de rápido crecimiento; 2) *stringybarks*, en algunos aspectos parecidos a los *gums*, pero más resistentes al fuego; 3) *ironbarks*, provistos de cortezas muy duras y resistentes al fuego, que pueden sobrevivir en regiones de baja precipitación pluvial; 4) *boxes*, de corteza densa y fibrosa, que generalmente se encuentran en las pendientes inclinadas de suelos pobres, y 5) *peppermints*, que constituyen un pequeño grupo intermedio entre los *gums* y los *stringybarks*.

Aunque hay unas 400 especies de eucalipto en Australia, para la fabricación de papel y celulosa se aprovechan menos de 20. Esto no quiere decir que las otras especies no sean apropiadas. Las condiciones económicas —la cantidad, el porcentaje en las asociaciones mixtas y la distancia de los mercados y plantas de papel y celulosa— han impedido hasta ahora el aprovechamiento de algunas especies adecuadas. De los 5 tipos básicos de eucalipto, los 3 que más se utilizan para la fabricación de papel son, por orden de importancia, los *gums*, los *stringybarks* y los *peppermints*. Una especie importante —*Eucalyptus gigantea*— que se utiliza en las 3 fábricas, se clasifica unas veces como *gum* y otras como *stringybark*. Esta especie está provista de una corteza fibrosa hasta cierta altura del tronco y de una corteza lisa (*gum*) hasta el tope del tronco y en las ramas. Se le llama *gum-top stringybark* en el sur de Tasmania, *white top stringybark* en el norte de Tasmania y *wollybutt* en Victoria.

A continuación se mencionan, por orden de importancia relativa (aunque ésta varía, por cierto, entre una fábrica y otra) las especies que se utilizan para la fabricación de papel y celulosa en Australia:

<i>E. regnans</i>	<i>E. obliqua</i>	<i>E. sieberiana</i>
<i>E. gigantea</i>	<i>E. eugenoides</i>	<i>E. capitellata</i>

¹ Publicado como documento ST/ECLA/CONF.3/L.4.9, originalmente.

<i>E. radiata</i>	<i>E. muelleriana</i>	<i>E. lindleyana</i>
<i>E. viminalis</i>	<i>E. bridgesiana</i>	<i>E. globulus</i>
<i>E. goniocalyx</i>	<i>E. nitens</i>	<i>E. fastigata</i>
<i>E. consideniana</i>	<i>E. rubida</i>	

Cabe señalar que los *gums* ocupan el primer lugar de importancia en la industria celulósica y papelera australiana; este tipo se cultiva en forma extensiva en el extranjero y se aprovecha o se proyecta aprovecharlo en las fábricas de papel y celulosa. Constituyen especies importantes de este grupo las *E. saligna*, *E. grandis*, *E. rostrata* y *E. globulus*. Con excepción de pequeñas cantidades de *E. globulus*, ninguna de ellas se aprovecha en Australia por las razones antedichas. Sin embargo, se utilizan en el extranjero y parecen ser muy adecuadas, por lo menos para ser tratadas mediante procedimientos químicos.

Existen dos diferencias fundamentales entre la fabricación de celulosa a base de eucalipto en Australia y en otras partes del mundo. En Australia la mayor parte de la madera para celulosa se extrae de bosques maduros y excesivamente viejos; algunos de éstos ya existían cuando llegó el primer hombre blanco al territorio. En cambio, las plantaciones en el extranjero son todas jóvenes.

La otra diferencia de importancia atañe al ritmo de crecimiento. Con una o dos excepciones, los bosques australianos probablemente se han desarrollado con mucha más lentitud que las plantaciones de otros países. Constituyen las excepciones *E. regnans* y *E. gigantea*, que existen en diversas zonas de Victoria y Tasmania. Estas especies han llegado a formar bosques bastante parejos, de 15 a 18 metros de altura y 30 centímetros de diámetro a la altura del pecho, en 10 años a partir de la destrucción de los bosques originales por incendios. Las otras especies suelen crecer con ritmo mucho más lento, y es indudable que las plantaciones sudamericanas han crecido con mucha más rapidez que las mismas especies en su medio natural.

Esta generalización tiene, sin duda, muchas excepciones. A veces en un bosque en que la mayoría de los árboles se han desarrollado a un ritmo muy lento, se encuentran manchones aislados en suelos de calidad superior que presentan mejor aspecto y en que los árboles han crecido muy rápidamente. Por otra parte, es poco probable que todos los eucaliptos de las plantaciones extranjeras se desarrollen a un ritmo uniformemente acelerado.

El efecto de las dos diferencias anotadas debe estudiarse a la luz del destino que quiera darse a la madera. En general, el ritmo de crecimiento es factor determinante en cuanto a las características de fabricación de las pastas químicas. Las maderas jóvenes que han crecido rápidamente rinden pastas químicas con altas resistencias al reventamiento y a la tracción, pero con una resistencia relativamente baja al desgarramiento, ya que este factor aumenta con los años. En el caso de *E. regnans*, la resistencia total óptima se obtiene cuando los árboles tienen de 50 a 60 años, después de lo cual las resistencias al reventamiento y a la tracción tienden a declinar, aunque aumenta en cambio ligeramente la resistencia al desgarramiento. En Australia se ha comprobado que al fabricar pasta con *E. regnans* de bosques que tenían más de 200 años, los resultados obtenidos eran aún buenos.

Por otra parte, las especies de crecimiento más lento, cuando son jóvenes, producen pastas con mayor resistencia al desgarramiento que los *regnans* jóvenes, pero tienen menor resistencia al reventamiento y a la tracción. La pasta de la madera joven de estas especies es idónea, pero la que proviene de árboles maduros o viejos de las especies que se

han desarrollado lentamente es en general demasiado poco resistente al reventamiento y a la tracción para usarla en la máquina papelera como materia prima básica de los papeles de envolver.

A continuación se presenta un ejemplo de las diferencias en el desarrollo de resistencias entre las pastas obtenidas de variedades típicas de maderas jóvenes, de crecimiento rápido, y de maderas viejas, de crecimiento lento:

Cuadro 1

Madera	Grado de desgote C.S.F. ^a (ml)	Factor de desgarramiento	Longitud de ruptura (m)	Factor de reventamiento
<i>E. regnans</i> (jóvenes)	350	103	11.100	98
<i>E. sieberiana</i> (excesiva madurez)	350	110	7.800	55

^a Canadian Standard Freeness.

Las resistencias de las pastas de eucalipto se comparan con un grado de desgote entre 350-375 C.S.F., porque, dentro de estos límites, al pasar por el molino Lampen, las pastas resultan con las mismas resistencias aproximadamente que cuando son tratadas en el refinador Sutherland a menor grado de desgote (200-300 C.S.F.), que es el empleado en las máquinas papeleras.

Del cuadro 1 se deduce que la pasta de *regnans* jóvenes presenta altas resistencias al reventamiento y a la tracción, de manera que la celulosa kraft de fibra larga con la que se mezcla requiere sólo un refinado ligero, con el que retiene una alta resistencia al desgarramiento, lo que redundaría en buenas características de todas las resistencias del papel terminado. Por otra parte, la pasta de árboles viejos de *E. sieberiana* tiene muy bajas resistencias al reventamiento y a la tracción y, aunque presenta mayor resistencia al desgarramiento que la pasta de *regnans* jóvenes, no es satisfactoria para las mezclas.

Los eucaliptos de crecimiento más rápido y menor densidad también son los más adecuados para obtener pasta mecánica, pero sólo cuando los árboles llegan a la madurez o son viejos pueden producir pastas satisfactorias destinadas a la fabricación de papel de diario. En la Australian Newsprint Mills se fabrica pasta mecánica principalmente de *E. regnans* con pequeñas cantidades de *E. gigantea* y *E. obliqua*. Los bosques de las concesiones madereras de esta empresa probablemente sobrepasan en su mayor parte los 200 años.

A continuación se proporcionan algunos detalles de fabricación y se destacan las dificultades a que se ha hecho frente y las diferencias que podrían presentarse en América Latina en la utilización de la madera de plantaciones. Por hallarse el autor más familiarizado con el procedimiento kraft, este estudio se ceñirá principalmente a este tipo de fabricación.

2. LA FABRICACIÓN DE CELULOSA KRAFT Y SU UTILIZACIÓN EN PAPELES Y CARTONES POR LA AUSTRALIAN PAPER MANUFACTURERS LTD.

a) Fabricación de la pasta

i) *Los bosques.* Todas las especies anotadas antes se aprovechan en la planta de celulosa de Maryvale. La importancia relativa que se atribuye a las primeras cinco especies difiere

ligeramente de la que se les consigna en el cuadro general australiano, de acuerdo con el orden siguiente: *E. gigantea*, *E. eugenioides*, *E. regnans*, *E. sieberiana* y *E. obliqua*. El orden de importancia de las otras especies coincide con el antes indicado.

La planta de celulosa de Maryvale se estableció calculando que los bosques de *E. regnans* y *E. gigantea* constituirían la principal fuente de madera. Sin embargo, en 1939, antes de terminarse la fábrica, se produjo uno de los incendios de monte más desastrosos de la historia australiana, que destruyó estos bosques casi por completo, incluso los que se habían regenerado después de incendios anteriores. Se aprovecharon durante muchos años los *E. regnans* y *E. gigantea* quemados, y en realidad todavía se utiliza alguna madera madura, pero ésta ya muestra señales de descomposición. Durante una década a partir del incendio, se aprovecharon los troncos jóvenes, algunos de ellos sólo de 10 años. Los bosques de *E. gigantea*, que se encuentran a mayor altura, se han deteriorado menos y esta especie reviste actualmente mayor importancia que la *E. regnans*.

Por la destrucción de los bosques de *E. regnans* y *E. gigantea*, la empresa se vió obligada a recurrir a otras especies. Pronto se comprobó que en las cercanías de las fábricas estas especies estaban demasiado viejas y producían una celulosa de inferior calidad. Legalmente, la empresa tiene derecho a extraer madera de ciertos bosques de propiedad del fisco, aprovechando los árboles que no pueden usarse para otros fines. La mayor parte de la concesión maderera de esta empresa la forman los bosques quemados y los demasiado viejos, que contienen otras especies. En los últimos 4 años la compañía ha estado comprando bosques de especies mixtas, que contienen árboles relativamente jóvenes, para asegurar su abastecimiento de materia prima celulósica de buena calidad. Una gran proporción de los bosques que pertenecen a esta compañía son de rodales casi puros de *E. eugenioides*.

Para simplificar, se utilizan en las páginas que siguen tres términos generales. El nombre vulgar de *E. regnans* en Victoria es *mountain ash*. Las características celulósicas de *E. gigantea* son similares a las del *E. regnans*, de manera que se incluirá a ambas bajo la designación de *ash*. Todas las otras especies se llamarán especies mixtas. Las especies mixtas viejas se refieren principalmente a *E. sieberiana* y *E. obliqua*, con pequeños volúmenes variables de otras especies. Las especies mixtas jóvenes se refieren principalmente a *E. eugenioides*, con cantidades variables de otras especies.

ii) *Explotación forestal*. La gran variedad de los bosques exige la aplicación de muchos métodos de explotación forestal. En los bosques de montaña en que el *ash* destruido por el fuego se está entresacando de un denso rebrote, se utilizan tractores pequeños. El acarreo de los leños con cables o equipo de tractores pesados —que sería el ideal para este tipo de explotación— no es factible por el peligro de dañar los nuevos brotes. En los bosques viejos de especies mixtas los principales métodos son el acarreo por tractores con arco maderero y por cables altos de arrastre.

Las especies mixtas jóvenes generalmente se encuentran en partes bastante planas; los árboles jóvenes se descortezan y apilan en trozos de 1,8 metros al pie del árbol, de donde se recogen en camiones que los entregan al desvío ferroviario o a la fábrica.

Todo el descortezado se hace a mano. El *ash* afectado por el fuego no presenta problema alguno ya que perdió la corteza. Las maderas de especies mixtas se descortezan fácilmente, excepto en los meses de verano, durante los

cuales la corteza se encuentra tan apretada que algunos taladores no quieren trabajar en estos bosques en la estación por la dificultad de descortezar los troncos. Como los bosques de *ash* no pueden explotarse en el invierno, los contratistas suelen pasar el verano en ellos y el invierno en los de especies mixtas jóvenes.

No se ha tratado de descortezar los trozos de especies mixtas en tambores descortezadores, pues se teme que la gruesa corteza fibrosa pueda obstruir las salidas de los tambores. Hay dos tambores en la fábrica que se utilizan para descortezar el pequeño volumen de pino utilizado y para lavar y desprender los restos de corteza de los eucaliptos.

Se ha ensayado el descortezado químico, pero hasta la fecha no se registran resultados favorables. Se han hecho experimentos para determinar si los eucaliptos jóvenes de corteza lisa y delgada (*gums*) podrían lejiarse satisfactoriamente sin descortezar; los resultados de dichos experimentos indican que ello es factible con una pequeña pérdida de resistencia en la celulosa resultante y con un ligero aumento en el consumo de álcalis.

iii) *Troceado*. El primer troceador utilizado en la planta consistía en un equipo de 4 cuchillas fabricado en el Canadá. Estaba provisto de cuchillas de acero al carbono, las cuales habían demostrado su eficiencia para trocear las maderas blandas. Podían utilizarse sólo durante 30 minutos sin afilarse. Además, a menudo surgían dificultades porque se mellaban. Esas dificultades se debían —por lo menos en parte— a las partículas extrañas, que se redujeron considerablemente al instalarse los tambores lavadores.

Después del primer experimento con las cuchillas, se probaron muchos tipos más y se comprobó que los de acero puro al carbono no eran adecuados en las citadas condiciones. Finalmente, una empresa inglesa que trabaja en Australia —la Eagle and Globe Steel Co.— estudió a fondo el problema y produjo cuchillas de acero con un 2 por ciento de carbono y 12 por ciento de cromo, que dieron buen resultado. Actualmente las cuchillas de este troceador funcionan 12 horas seguidas sin necesidad de reaflado.

El uso de un detector magnético de trizaduras ha prestado gran ayuda para solucionar el problema de las cuchillas melladas. Este equipo permite descubrir las trizaduras incipientes y eliminarlas por el afilado.

Actualmente se utiliza un troceador norteamericano de 10 cuchillas, fabricadas con el mismo tipo de acero que las del equipo anterior. Las cuchillas de este troceador pueden funcionar 24 horas seguidas sin necesidad de afilado.

El rendimiento medio del troceador de 4 cuchillas es un poco superior a los 19,8 metros cúbicos por hora y el consumo de electricidad ha sobrepasado ligeramente a los 2,8 KWH por metro cúbico. La producción media del troceador de 10 cuchillas es de 36,8 metros cúbicos por hora, aproximadamente, y el consumo de energía llega a 2,5 KWH por metro cúbico. La producción del troceador de 10 cuchillas está más restringida por los sistemas inadecuados de alimentación que por la capacidad del troceador.

Hay gran variación en la forma en que se trozan los distintos tipos de eucalipto. El *ash* joven y verde —el más blando y liviano de los eucaliptos— no es más duro de trocear que el pino. Quizás el más difícil sea el *E. gomicalyx* viejo, que contiene sílice en sus haces fibrosos, es muy duro de cortar y desgasta mucho las cuchillas.

Debe mencionarse otro aspecto del troceado. Los árboles más grandes se parten en el bosque con explosivos o a mano, por medio de mazos y cuñas. A veces los leñadores se descuidan, abandonan las cuñas en los trozos, por eso las cuchillas del troceador se mellan frecuentemente. La sec-

ción de investigación ideó un detector de metales que funciona satisfactoriamente. Cuando un trozo que contiene una cuña pasa por el transportador hacia los troceadores, el motor que lo acciona se detiene automáticamente y se localiza el trozo buscado.

iv) *Lejiado*. El lejiado del eucalipto presenta algunos problemas que no se plantean cuando se trata de maderas de coníferas y que se agudizan al tratar juntos varios tipos de eucalipto. A continuación se examinan algunos de estos problemas.

Carga del digestor. La densidad básica (peso seco sobre volumen en verde) varía considerablemente de una madera a otra. En los extremos se encuentran el *ash* joven con una densidad de 384 kilogramos por metro cúbico y el *E. sieberiana* viejo con una densidad de 609 kilogramos por metro cúbico.

Para asegurar la carga correcta del álcali en cada lejadora, se determina el peso de madera secada al horno, para cada carga del digestor.

La madera troceada se almacena en un depósito a nivel del suelo, del cual se transporta al digestor. Se ha instalado una báscula automática en un punto de la parte horizontal del transportador, inmediatamente antes de que comience a ascender hacia los digestores. El empleado del depósito de astillas, o madera troceada, toma una muestra de cada carga que va al digestor para determinar rápidamente su humedad. El contenido de humedad calculado para una carga se toma como término medio de las dos cargas anteriores. A partir de este término medio y de la indicación de la báscula, se calcula el peso en seco de la carga y de acuerdo con esto se agrega la lejía.

Variaciones en el consumo de álcali. La madera de *ash* joven requiere poco más de la mitad del álcali que es necesario agregar a algunas especies mixtas viejas. El *ash* joven, con una densidad básica de 384 kilogramos por metro cúbico, puede tratarse con un 10 por ciento aproximadamente de álcali mixto activo, expresado en óxido de sodio sobre el peso en seco de la carga. Por otra parte, las especies mixtas viejas, con una densidad de 609 kilogramos por metro cúbico, requieren alrededor de un 18 por ciento de álcali activo para obtener el mismo grado de cocción.

En una carga mixta del digestor, el álcali activo se calcula según la mezcla. Se trata de mantener las proporciones suficientemente constantes para que no haya gran variación ni del peso en seco de la madera troceada con que se carga el digestor ni del álcali activo.

Consecuencias del tratamiento de cargas mixtas. El consumo de álcali de los eucaliptos con el mismo grado de cocimiento oscila entre el 10 y el 18 por ciento sobre el peso de la madera secada al horno. Se ha descubierto que cuando se trata *ash* viejo, con un consumo del 14 al 16 por ciento de álcali, mezclado con especies mixtas de un consumo relativamente bajo de álcali—por ejemplo, menos del 16 por ciento—, la carga se cuece en forma homogénea y la resistencia de la pasta es la misma que la obtenida al tratar las maderas por separado y mezclar las pastas en sus correctas proporciones.

Uno de los problemas más importantes en este sentido—el del efecto de lejiar *ash* muy joven con otros eucaliptos—no ha sido posible resolverlo en forma satisfactoria. Esta madera da una pasta de alta resistencia al reventamiento y a la tracción, siempre que se trate en condiciones correctas en cuanto a cantidad de álcali, presión y tiempo. En la primera época de trabajo de la fábrica se disponía de gran cantidad de este tipo de madera, pero por las exigencias de la guerra era más importante que la fábrica produ-

jera gran cantidad y no alta calidad de celulosa y, por tanto, se trató el *ash* joven con otras maderas de todas las edades. Como casi no queda ya *ash* joven, el problema no reviste importancia práctica inmediata; es de esperar que dentro de pocos años nuevamente podrá disponerse de esta madera. Hay que determinar todavía si conviene tratarla separadamente o mezclada con otras especies de bajo consumo de álcalis.

Actualmente, la mezcla que se trata en Maryvale contiene un 40 por ciento, aproximadamente, de *ash* maduro, 50 por ciento de especies mixtas jóvenes y 10 por ciento de especies mixtas viejas.

Tratamiento. Las actuales condiciones normales de cocción en fábrica para la mezcla indicada, así como el rendimiento medio y número de permanganato, se anotan en el cuadro 2.

Cuadro 2

Alcali activo (Na ₂ O) sobre madera secada al horno	14,5 por ciento
Presión de cocción	5,6 kg/cm ²
Tiempo hasta alcanzar la presión máxima	2 horas
Tiempo bajo presión máxima	1,5 horas
Relación de lejía	2,7:1
Tenor en sulfuro	25 por ciento
Contenido de madera secada al horno	66 por ciento
Densidad básica media	561 kg/m ³
Rendimiento de pasta/pasta secada al horno sobre madera secada al horno	47 por ciento
Número de permanganato de la pasta	15,5

Características de resistencia. Para determinar las resistencias de las pastas, se refinan en un molino Lampen y se laminan en una British Standard Sheet Machine. Las hojas se secan y acondicionan a 20° C y 65 por ciento de humedad relativa.

A continuación se señala la resistencia media de las pastas fabricadas de materia prima maderera según se indica en el precedente punto *iii*) y cuando se tratan en las condiciones anotadas en el punto *iv*):

Cuadro 3

	Grado de refinó (revoluciones)			
	0	7.500	15.000	22.500
Engorde (ml) C.S.F.	515	375	280	220
Factor de desgarramiento	82	105	103	103
Longitud de rotura (m)	5,000	9,900	10,800	10,000
Alargamiento	2,3	3,6	4,0	4,1
Reventamiento	31	71	81	83
Densidad (cc/g)	1,81	1,48	1,41	1,37
Resistencia al aire (seg/100 ml)	11,5	54	148	320
Logaritmo de resist. al aire	1,06	1,73	2,17	2,51

NOTA.—Se considera que 375 C.S.F. corresponden a las condiciones de resistencia en la fábrica.

Descarga de la pasta de los digestores. La experiencia ha demostrado que es más difícil descargar completamente de los digestores la pasta de eucalipto que la de pino. Por lo común, se fabrican unas 30 toneladas diarias de celulosa de pino y es muy raro que sea necesario redescargar un digestor, lo que ocurre frecuentemente con la pasta de eu-

calipto. Las redescargas son más numerosas cuando se fabrica una pasta suave que una dura.

A excepción del *ash* joven, los eucaliptos son mucho más densos que el pino, lo que se comprueba al comparar la densidad básica de la materia prima maderera que se usa actualmente (561 kilogramos por metro cúbico) con la densidad básica del pino que se somete al tratamiento, es decir 392 kilogramos por metro cúbico. Además el eucalipto se trocea más fino y se carga más apretado en los digestores. Como la madera troceada queda más apretada, la circulación dentro del digestor tiende a ser más difícil al tratar eucalipto que al cocer pino. La falta de circulación de la lejía en el fondo del digestor —que se debe a dificultades mecánicas— produce invariablemente una descarga insuficiente a causa, según parece, de la cocción dispereja. Se supone en la actualidad que una relación más baja de lejía ayuda a descargar la pasta de eucalipto, y que una relación más alta produce mejores resistencias. Por lo tanto, la relación actual de 2,7:1 constituye un término medio.

Corrosión. Después de haber funcionado durante 4 años la fábrica de celulosa, se observó que la corrosión de los digestores alcanzaba tan altas proporciones que dentro de unos 10 años sería necesario reponerlos todos, si no se lograba reducir la rapidez de la corrosión. Las investigaciones iniciales revelaron que la mayor parte de la corrosión se debía a la presencia de oxígeno, aunque más tarde se comprobó que los sulfuros y tiosulfatos también eran en parte causantes de ella.

La tasa de corrosión se redujo de 1,27 milímetros a 0,75 milímetros al año mediante la adopción de las medidas siguientes: a) dejar los digestores limpios y vacíos al terminar la faena; (al principio se dejaban cargados de madera, listos para comenzar a trabajar); b) eliminar los gases en las primeras etapas de cocción para reducir la cantidad de oxígeno en contacto con los digestores.

Además de estas medidas, al disminuir las pérdidas de sustancias químicas en toda la planta, se redujo automáticamente el contenido de sulfuro de los líquidos, del 30 a cerca del 20 por ciento, y bajó la tasa de corrosión. Últimamente tiende a subir de nuevo dicho contenido, debido más que nada al aumento de las pérdidas de soda y en parte al funcionamiento de la torre de oxidación antes de los evaporadores. Se vigila rigurosamente la tasa de corrosión.

Se ensayó el uso de digestores de acero inoxidable, o recubierto de láminas inoxidables. Una de estos últimos fué instalado, y otro digestor antiguo se forró con planchas inoxidables. Ambas pruebas han dado buenos resultados, pero se considera más barato fabricar digestores con planchas de calderas soldadas, de acuerdo con las especificaciones de Lloyd's II Clase, pero suficientemente gruesas como para dejar un amplio margen a la corrosión. Los antiguos digestores de 57 metros cúbicos serán reemplazados por otros de 78 metros cúbicos de capacidad, fabricados con planchas de 35 mm. ($1\frac{3}{8}$ "), en comparación con el máximo de 25 mm. (1") de las planchas de los antiguos.

v) **Lavado de la pasta.** En la instalación experimental el lavado se realizaba en pilas lavadoras. Como eran pequeñas, se obtenía un buen lavado, aunque el procedimiento era lento. Durante la guerra se instalaron algunas tinas lavadoras de gran tamaño en la planta principal, como parte de una instalación para fabricar celulosas especiales. El funcionamiento de estas tinas al lavar la pasta de eucalipto fué poco satisfactorio, porque las pastas no quedaban bien limpias incluso después de más de 15 horas de lavado. Las

pilas lavadoras modernas pueden dar mejores resultados, pero, de acuerdo con las experiencias, las pastas finas como las del eucalipto deben lavarse en una lavadora giratoria al vacío.

La primera instalación para el lavado al vacío comprendía 3 unidades de 2,4 metros de diámetro por 1,8 metros de ancho. Las unidades primarias y secundarias están provistas de válvulas Oliver Young, y la terciaria, de una válvula Oliver Ring. Las lavadoras están provistas de bombas al vacío.

El tamaño de estas unidades es ligeramente superior al calculado para lavar 90 toneladas de pasta de fibras largas al día, pues se estimó que la pasta de eucalipto sería más difícil de lavar, aunque se ha comprobado lo contrario.

Antes de instalar nuevas lavadoras para hacer frente a un aumento de la producción, las 3 unidades de $2,4 \times 1,8$ metros lavaban regularmente 145 toneladas de pasta diarias, con una pérdida de 20,4 kg de soda (en sulfato de sodio) por tonelada. El agua de lavado al entrar a los evaporadores contenía de 17 a 18 por ciento de sólidos totales secados al horno. De los 20,4 kg de pérdida de soda, 15,9 kg. se hallaban en el líquido asociado a la pasta, y el resto en la pasta misma.

El grado de dilución de la lejía negra por el agua de lavado, sobre la base de una utilización media de agua de aspersión de 10,5 kg de agua/kg de pasta y 11 por ciento en relación con la hoja de pasta (secada al horno) que sale de la lavadora, es de 3,4 kg de agua por kg de pasta secada al aire. Esta dilución es bastante alta, de manera que el contenido de sólidos que va a los evaporadores se mantiene en un nivel razonable.

Cuando se ha lavado pasta kraft de *Pinus radiata* en estas lavadoras, la velocidad máxima de lavado ha sido de 120 toneladas diarias, con mayores pérdidas de soda y menor concentración de la lejía que pasa a los evaporadores.

La eficiencia de la lavadora depende de las características atribuye a la menor propensión de la lejía a formar espuma, a la desintegración más fácil de la hoja después de cada lavado, y a la formación más unida y homogénea dentro de los tambores lavadores.

La eficiencia de la lavadora depende de las características de las pastas de eucaliptos, que guardan relación con la madera inicial. Los 20,4 kg por tonelada que se perdían permanecieron constantes durante un largo período en que no se mezclaban especies mixtas viejas en la materia prima maderera. Las cifras más recientes dan una pérdida que oscila entre 25 y 27,3 kg por tonelada, lo cual puede atribuirse al 10 por ciento de este tipo de madera que se agrega ahora a la materia prima.

Aunque la pasta de eucalipto es más fácil de lavar que la pasta de pino hasta obtener un bajo índice de soda, el color del agua de lavado constituye un problema, especialmente si las aguas servidas se vierten en un río pequeño. El color de la lejía de la pasta del tercer lavado, con el mismo contenido de sólidos, es 3 a 4 veces más intenso cuando se trata de pasta de eucalipto que cuando proviene del pino. El color varía en forma considerable según el tipo de eucalipto a partir del cual se fabrica la pasta.

vi) **Depuración de la pasta.** La pasta sin blanquear se pasa por un separanudos Trimbej con perforaciones de 6,4-9,5 mm. y después por depuradores finos Trimbej con perforaciones de 1,02-0,98 mm. A través de cada separanudos circulan unas 130 toneladas diarias y unas 40-50 toneladas diarias por los depuradores finos.

vii) **Blanqueo de la pasta.** Una gran cantidad de pasta se utiliza sin blanquear, pero una parte se blanquea a medias

para reemplazar a las pastas fuertes al sulfito, y otra se blanquea por completo para utilizarse en vez de las pastas blanqueadas al sulfito y kraft importada.

Actualmente se emplea el procedimiento de blanqueo y semiblanqueo en 2 etapas. La pasta, con una consistencia de 3,5 por ciento, se trata en la primera etapa con hipoclorito, se le añade cloro, se neutraliza con cal y se lava. En la segunda etapa, la pasta —con una consistencia del 14 por ciento— se trata sólo con hipoclorito y se lava.

La pasta semiblanqueada tiene un grado de blancura de 56 fotovolts y es poca la pérdida de resistencia en comparación con la de la pasta cruda. La pasta blanqueada por completo tiene 78 fotovolts, y la pérdida de resistencia a la tracción, reventamiento y desgarramiento es aproximadamente de un 25 por ciento. Se proyecta utilizar soda cáustica en vez de cal para neutralizar después de la primera etapa, porque la cal produce una regresión del color.

También se estudia la modificación de la planta de blanqueo, para que parte del procedimiento pueda desarrollarse en forma continua y sea factible utilizar un procedimiento en serie de tres o, si fuera necesario, cuatro etapas.

Los trabajos de laboratorio han demostrado que si se intercala una extracción con álcali en caliente, como segunda etapa, se consiguen pastas con un grado de blancura de 80 y con poca pérdida de resistencia, y que al emplear un procedimiento a 4 etapas —en el que 2 son de aplicación de hipoclorito— se consigue una blancura de 85, siempre con poca pérdida relativa de resistencia.

viii) *Evaporadores.* La primera instalación de evaporación comprendía una unidad vertical de 6 cuerpos, de efecto quintuple, y tubos largos, en la cual se concentraba la lejía a la densidad de combustión (60-62 por ciento de sólidos totales). En estas condiciones, los tubos de los cuerpos del lado de alta densidad se obstruían, y era necesario hervirlos frecuentemente para limpiarlos y poder mantener la producción. A veces era preciso hacer este trabajo 2 o 3 veces por semana.

Más tarde se añadió un efecto con circulación forzada y se transformó en un evaporador de 7 cuerpos y efecto quintuple. Con esta circulación forzada, por la cual pasaba el líquido de mayor concentración, se logró mejorar el funcionamiento, pero subsistían aún las obstrucciones en los cuerpos verticales. Se instalaron entonces evaporadores a cascada detrás de la unidad de recuperación, lo que permitía trabajar dos semanas seguidas con muy poca merma en la producción. Los evaporadores a cascada concentran la lejía que tiene un 45 por ciento aproximadamente de sólidos totales hasta una densidad apropiada para la combustión.

Se ha demostrado que hay gran variación en el comportamiento de las lejías negras provenientes de diferentes tipos de eucalipto. La lejía resultante de la cocción de *ash* presenta un número mucho menor de dificultades que la proveniente de especies mixtas jóvenes que, a su vez, son más fáciles de tratar que las de especies mixtas viejas. La primera dificultad se presentó con el líquido proveniente de una mezcla de *ash* y especies mixtas jóvenes: cuando más alto es el porcentaje de estas últimas, tanto mayor la dificultad.

Algún tiempo después de la instalación de los evaporadores a cascada, se trató de usar cargas de 100 por ciento de especies mixtas, especialmente de madera joven. El rendimiento de los evaporadores bajó de 66 toneladas por hora a 54 toneladas por hora en cuatro días de trabajo. Se ha comprobado que el funcionamiento de los evaporadores es más satisfactorio cuando se trata pino en la fábrica y se

evaporan juntas las lejías de pino y eucalipto, que cuando se trata eucalipto solo.

Algunas pruebas hechas en 1947, cuando se lejiaba un 100 por ciento de pino, demostraron que los evaporadores rendían de 10 a 15 por ciento más con la lejía de pino que con la de eucalipto. Se atribuyó esto a la viscosidad de la lejía del pino cuando se concentra. En una de las pruebas se determinaron las siguientes viscosidades, expresadas en centistokes.

	Sólidos totales	
	Lejía de eucalipto 60 por ciento (centistokes)	Lejía de pino 60,8 por ciento (centistokes)
93° C	66	23
99° C	54	19

También se determinaron las variaciones de viscosidad, según la densidad de las lejías de eucalipto, expresándose los resultados nuevamente en centistokes.

	Sólidos totales				
	60 por ciento (centis- tokes)	55 por ciento (centis- tokes)	50 por ciento (centis- tokes)	45 por ciento (centis- tokes)	40 por ciento (centis- tokes)
93° C	66	44	12,8	6,5	3,0
99° C	54	34	10,8	5,7	2,6

La diferencia de viscosidad puede notarse a simple vista, así como en relación con las cargas de los motores. La viscosidad de la lejía de eucalipto varía con el tiempo, según la madera utilizada y las condiciones de cocción.

Una fábrica de pasta kraft de eucalipto despide un olor más fuerte que una que trabaja a base de coníferas. Con una producción de 150 toneladas diarias, se desprenden 28,3 metros cúbicos de gases por hora de los digestores. De este volumen, entre 5,7 y 8,5 metros cúbicos corresponden a gases de azufre, (mercaptanos, sulfuros y ácido sulfhídrico). No se dispone de cifras comparativas para el pino.

Al mismo ritmo de producción se desprenden 8,5 metros cúbicos de gases no condensables de los evaporadores. Estos gases se componen de un 30 por ciento de ácido sulfhídrico, 20 por ciento de anhídrido carbónico y el resto de oxígeno y nitrógeno. Cuando los evaporadores funcionan a base de lejías de pino, el volumen gaseoso es el mismo que con las de eucalipto, pero sólo contiene un 5 por ciento de ácido sulfhídrico.

Se ha instalado una torre de oxidación para estabilizar el azufre de la lejía antes de pasar a los evaporadores. Este procedimiento elimina totalmente el contenido de ácido sulfhídrico de la lejía.

ix) *Trabajo del horno de recuperación.* Es más difícil quemar en el horno de recuperación las lejías negras de eucalipto que las de pino, y las características de combustión de los distintos eucaliptos varían considerablemente. La lejía de *ash* se quema con más facilidad que la de las especies mixtas jóvenes; hasta ahora no se ha logrado comprobar si puede quemarse en el horno de recuperación la lejía de especies mixtas viejas en una proporción del 100 por ciento.

Cuando se quema lejía de pino o *ash*, ésta se seca en las paredes del horno y se hincha, produciendo un carboncillo blando y suelto. La capa de carboncillo se muestra porosa y en movimiento mientras se quema y es casi toda incandescente. La lejía de mala combustión no se seca;

se desliza por las paredes o cae en pelotones alquitranados. Cuando llega a la capa de carboncillo permanece como masa sólida en la que no puede penetrar el aire, estática y, menos de la mitad, incandescente.

En el laboratorio se ha comprobado que los sólidos secos de las leñas negras que se queman fácilmente en el horno, se hinchan hasta alcanzar varias veces su volumen original después de ser calentados a 300° C. Los sólidos de leñas de mala combustión no se hinchan o se hinchan muy poco.

El aumento de superficie motivado por la hinchazón de los sólidos se considera de importante influencia en su combustión en el horno de recuperación. Las experiencias de laboratorio han demostrado que ciertas sustancias, agregadas en pequeñas cantidades a las leñas negras de combustión pobre antes de ser secadas, fomentan la hinchazón, al parecer necesaria para una buena combustión. Todavía no se ha ensayado en la fábrica la adición de estas sustancias a la leña negra.

Los poderes caloríficos de las leñas negras de eucalipto son generalmente más bajos que los de las de pino, y parece que varían considerablemente. Los ensayos realizados en los comienzos del trabajo de la fábrica, cuando se trabaja con un alto porcentaje de *ash*, dieron los mismos poderes caloríficos aproximadamente que los del pino, es decir, 3.560 kcal por kilogramo de peso seco al horno. La leña negra de la madera que se utiliza actualmente en la fábrica tiene un poder calorífico aproximado de unas 3.330 kcal por kilogramo de peso seco.

Durante un ensayo de combustión de la leña proveniente de una mezcla de especies mixtas jóvenes y viejas, se comprobó que era imposible hacer funcionar el horno de recuperación con una boquilla de abertura superior a 12 milímetros y una rapidez de aspersión de 6.800 a 7.700 kilogramos por hora, lo que corresponde aproximadamente a unas 75 toneladas de pasta diarias; incluso en este caso era necesario regar continuamente el horno con petróleo para ayudar a la combustión. Cuando se queman leñas que contienen un alto porcentaje de *ash*, la cantidad es superior, por lo menos en un 30 por ciento, a la cifra anterior; una vez que llega el horno a su temperatura de trabajo, no es necesario seguir empleando el petróleo.

El ensayo del calentamiento directo con vapor para elevar la temperatura de la leña a 112° C, para que se inflamara al ser regada, constituye un leve mejoramiento.

Las leñas de eucalipto generan menos vapor que las de pino, diferencia mayor que la que cabría esperar de sus respectivos valores caloríficos. Como término medio, sólo se genera poco más de 3.400 kg de vapor por tonelada de pasta, cifra que puede compararse con las registradas en plantas extranjeras de 4.000 y 4.500 kg por tonelada para las maderas de coníferas.

x) *Prensado de la pasta.* La pasta que debe enviarse a otras fábricas o almacenarse en Maryvale, se prensa en una de las 3 máquinas Kamyrr, 2 de las cuales tienen 2,03 metros de ancho y la otra 3,35 metros. Ciertas pastas crean dificultades porque la hoja se parte al salir del rollo hacia el tambor. La pasta mal lavada presenta muchas dificultades, que, al parecer, aumentan con el uso de aspersión de agua caliente. Se añadieron 2 rollos adicionales entre el tambor y la primera prensa para ayudar a sujetar la hoja y su extremo final al pasar. Las celulosas blanqueadas y semi-blanqueadas corren fácilmente en la máquina; la sin blanquear es la que ocasiona dificultades.

El porcentaje de materia sólida (base peso secado al horno) de la pasta al salir de las máquinas Kamyrr es: pasta

sin blanquear, 48-51 por ciento; pasta semi-blanqueada, 50-52; pasta blanqueada, 51-53 por ciento.

3. FABRICACIÓN DE PAPEL

La celulosa de eucalipto fabricada en Maryvale se emplea en el mismo lugar, en la máquina papelera, o se forma en hojas y se envía a las otras fábricas de la empresa, principalmente a Fairfield (Victoria) y Botany (New South Wales). En Maryvale se convierte en papel para corrugado, cartón forrado y cartones kraft pesados. En las otras plantas se utiliza para la fabricación de papeles kraft para envolver y para bolsas, papel lito, etc., y como parte de la mezcla que se emplea en varios tipos de cartones forrados o revestidos. En todos estos productos la pasta de eucalipto se mezcla con celulosas de fibra larga, generalmente importadas para producir papeles de las características deseadas. Se pueden obtener buenas resistencias al reventamiento y a la tracción de las pastas de eucalipto, pero la pasta de fibra larga es imprescindible para dar al papel la resistencia al desgarramiento que necesite.

Las pastas de eucalipto no pueden refinarse bien junto con las pastas de fibra larga, por lo cual se requiere preparar dos series paralelas. Debe controlarse la uniformidad para ambos componentes y usarse dispositivos de medición para mezclarlos exactamente.

Según la experiencia de la Australian Paper Manufacturer, el refinador Sutherland es el que da los mejores resultados en la fabricación de pastas de eucalipto. Las guarniciones anchas son completamente inadecuadas y las finas no dan buenos resultados a no ser que se mantengan siempre en buenas condiciones.

La pasta de eucalipto se refina a 200-300 mililitros (C.S.F.), lo que da las condiciones óptimas en resistencia al reventamiento y a la tracción, buena marcha de la máquina y buenas cualidades en el papel. La fibra larga para la fabricación de papeles fuertes se refina con guarniciones romas. Se deja magra y cercana a su punto máximo de resistencia al desgarramiento. La mezcla de pastas gordas de eucalipto con pastas magras de fibras largas, da una celulosa con grado correcto de engorde para la fabricación de papel y rinde una hoja de papel de características bien equilibradas.

Dada la importancia que reviste la calidad de las pastas de fibras largas, la Australian Paper Manufacturers selecciona cuidadosamente la celulosa que compra en el extranjero y la avalúa según los resultados que obtiene con ella al mezclarla con pasta de eucalipto. La proporción de pasta de eucalipto que puede usarse varía según el tipo de papel que se esté fabricando. Para los papeles kraft esa proporción oscila entre el 30 y el 70 por ciento. El porcentaje más bajo se utiliza en el papel multipliego para bolsas, que se fabrica de acuerdo con especificaciones muy rígidas. Para los papeles kraft fuertes, livianos y semipesados, se utiliza alrededor de un 50 por ciento de pasta de eucalipto, y en el papel kraft pesado se usa por lo menos un 60 por ciento.

Para el papel corrugado, el contenido de pasta de eucalipto varía del 75 al 95 por ciento, y el resto lo constituye papel de diario de desperdicio, en el primer caso, y en el segundo celulosa kraft de fabricación nacional a base de pino. En el papel lito generalmente hay de un 50 a un 60 por ciento de pasta de eucalipto, aunque también se ha fabricado en su totalidad de pasta de eucalipto.

Por lo que toca a los cartones, el porcentaje de pasta de eucalipto varía considerablemente según el tipo. Se utiliza

hasta un máximo de 55 por ciento para la fabricación de forro del corrugado y un mínimo de 25 por ciento para otros. El por ciento exacto sólo se podrá determinar cuando se conozcan las cualidades que se desea impartir a los cartones y las de las otras materias fibrosas que se emplean como materia prima.

Antes de poder trabajar la pasta de eucalipto con un mínimo de dificultades fué necesario solucionar muchos problemas. Uno de los peores se producía al pegarse la pasta en las prensas. A veces esto restringía el uso de la pasta de eucalipto a un 25 por ciento en Maryvale, por presentarse esta dificultad en forma aguda debido sobre todo al empleo de la pasta acuosa, tal como salía de la fábrica de celulosa. La pasta en hojas utilizada en las otras fábricas originaba menos inconvenientes, probablemente porque se perdían finos durante el prensado y en parte por el lavado final en la máquina hojeadora. Además, la máquina de Maryvale —la más rápida de todas las de la compañía— tiene una prensa doble. Funciona aproximadamente a 300 metros por minuto con algunas clases de papel.

Las dificultades causadas por la adherencia en la prensa culminaron al utilizarse pastas poco cocidas; por tanto, hasta que no se solucionó el problema, se propendía a sobrecocer las pastas, lo que aumentaba los costos y producía celulosa de inferior calidad. Las pastas ligeramente refinadas eran más difíciles de manejar que las bien refinadas, por lo cual se tendía a sobrerrefinarlas para mejorar el funcionamiento de las máquinas.

Se probó el carbonato de sodio y la nafta, con poco o ningún éxito. El problema se solucionó finalmente por medio del hexametáfosfato de sodio, que hace inactivos al hierro y al aluminio. En Maryvale el hexametáfosfato de sodio, en solución diluída, se aplica al doctor o rosqueta de la prensa, a razón de un kilogramo por turno.

El grado de desgote de 200-300 mililitros (C.S.F.) que alcanzan las pastas de eucalipto refinadas en las fábricas constituye una transacción que permite lograr los mejores resultados generales. Si se dejan a mayor grado de desgote, no se consigue una resistencia apropiada, se pegan más en la prensa y, para los papeles fabricados de celulosas blanqueadas destinadas a la impresión —especialmente el papel lito—, las fibras y pequeños vasos de las pastas de eucalipto aparecen durante la impresión y estropean la presentación de la hoja impresa. Por otra parte, aunque con un refino mayor se aumentan las resistencias al desgarramiento y a la tracción, casi sin afectar la resistencia al desgarramiento, los papeles tienden a enroscarse y abarquillarse y los de tipo alisado en la máquina salen llenos de ampollas.

4. UTILIZACIÓN DEL EUCALIPTO POR OTRAS EMPRESAS

En los párrafos precedentes se ha hecho una reseña muy breve de la fabricación de papel y celulosa kraft a base de eucalipto y se han esbozado algunos de los problemas principales planteados desde la inauguración de la planta de celulosa en 1939. Por falta de espacio no es posible describir en forma similar los problemas surgidos en otras plantas, aun suponiendo que el autor estuviera familiarizado con ellos.

La Associated Pulp and Paper Mills Ltd. utiliza en Burnie la pasta blanqueada a la soda para producir papeles finos de escribir, para imprenta y papeles soporte. Se utilizan *E. gigantea* y *E. obliqua*, con proporciones variables de otras especies.

Los problemas planteados no son probablemente tan graves como los descritos antes en relación con el procedimiento

kraft. La madera es más homogénea, pues no existen especies parecidas a *E. regnans* y ninguna similar a las especies mixtas viejas que se utilizan en Maryvale.

Hasta hace poco se empleaba un procedimiento de cocción en una sola etapa, y aunque se presentaban las características peculiares de las lejías de eucalipto en los evaporadores, no ocasionaban exactamente las mismas dificultades que en Maryvale. El procedimiento en dos etapas adoptado recientemente con el fin de reducir el consumo de soda, ha aumentado las dificultades, lo que concuerda con la experiencia obtenida en Maryvale, donde se ha comprobado que en los evaporadores hay menos obstrucción de los tubos en presencia de un exceso de álcali. El cambio de procedimiento de una etapa única a dos etapas en Burnie ha dado como resultado la presencia de una lejía negra con poco o ningún exceso de álcali.

Los problemas de la máquina papelera son los mismos que se plantean en cualquiera empresa destinada a fabricar un gran surtido de papeles para imprenta y escribir con un alto por ciento de pastas de maderas duras. Las adherencias en la prensa —que eran el problema más grave enfrentado en Maryvale por la Australian Paper Manufacturers— no presentan caracteres tan serios en Burnie, porque se utilizan celulosas blanqueadas, las máquinas son más lentas, y el uso de la arcilla en la pasta que va a la máquina, contribuye a evitar este inconveniente.

La Australian Newsprint Mills Ltd. fabrica en Boyer sólo pasta mecánica de eucalipto, principalmente de *E. regnans* con pequeñas cantidades de *E. gigantea* y *E. obliqua*. Cuando se estableció la planta, hace poco tiempo, la única madera que podía usarse era de *E. regnans*; la introducción de las otras dos especies ha sido una innovación reciente. Como la pasta fabricada a base de estas maderas maduras es demasiado oscura para usarse sin mayor tratamiento, la blancura necesaria se obtiene por medio del hidrosulfito de zinc.

Desde la iniciación de los trabajos en la planta de Boyer se puso en evidencia la variabilidad de los eucaliptos como madera para celulosa. Se ha comprobado que incluso en los bosques maduros de *E. regnans* —en los cuales los árboles tienen un mismo tamaño y aparentemente están en las mismas condiciones— se presentan grandes diferencias en el comportamiento de la madera en el desfibrador y en la calidad de las pastas fabricadas.

La planta de Boyer ha sido proyectada de manera que la pasta no entre en contacto con el hierro hasta que se esté formando y prensando la hoja de papel. Los eucaliptos tienen alto contenido de tanino, que aumenta con los años, y la pasta mecánica mojada en contacto con el hierro se tñe de un color gris azulado por la formación de tanato de hierro. En los primeros ensayos se utilizó el procedimiento al sulfito. La pasta al sulfito sin blanquear, especialmente la de los bosques maduros, también se tenía en contacto con el hierro.

5. FABRICACIÓN DE CELULOSA A BASE DE EUCALIPTOS SUDAMERICANOS

En el momento de redactarse este estudio no se disponía de informaciones detalladas sobre las plantaciones de eucalipto en Sudamérica. Sin embargo, se sobreentiende que en general su crecimiento ha sido rápido y que el *E. saligna* es una de las especies más importantes. Sin conocer más detalles, y sin haber llevado a cabo ninguna prueba para determinar las características celulósicas de estas maderas, no sería prudente aventurar ninguna declaración definida.

No obstante, según la experiencia de Australia, la edad y la tasa de crecimiento son los factores de mayor importancia para la fabricación de pastas químicas, y no la especie en sí.

En Australia se comprobó, desde la iniciación de estos trabajos, que el *E. regnans* joven proporcionaba la mejor madera para obtener buenas resistencias de celulosa. Todavía se considera, en general, la mejor madera, debido a dos factores: en primer lugar, los *regnans* viejos probablemente se encuentren en mejores condiciones que los árboles de muchas otras especies de la misma edad. Ya se ha señalado que, según se comprobó, los *E. regnans* de más de 200 años constituían una buena materia prima para la fabricación de pasta química, y que en Boyer, donde se fabrica pasta mecánica, los bosques son probablemente de mayor edad todavía. Con frecuencia es difícil determinar la edad de muchas otras especies, como por ejemplo los *stringybarks*.

En su calidad de *gums*, los *E. regnans* son muy sensibles al fuego, quizás los más inflamables de todos los eucaliptos. Por lo tanto, puede decirse que no hay bosques de *regnans* vivos que hayan sufrido incendios de alguna magnitud. Por otra parte, las otras especies de corteza gruesa resisten muy bien al fuego. No es raro observar que estos bosques, completamente ennegrecidos por el fuego, broten de nuevo unos pocos meses después del incendio. La madera de los bosques de especies mixtas muestra señales de repetidos incendios en sus numerosas venas gomosas. Estos incendios, por cierto, deben haber afectado a la madera y probablemente contribuyen en parte a las deficientes condiciones para la fabricación de celulosa de algunos de los bosques maduros de especies mixtas, aunque no es ésta la única causa, pues el *E. goniocalyx* maduro, que también es un *gum*, y por tanto inflamable, proporciona una madera muy deficiente para la fabricación de celulosa.

Si bien el *E. regnans* joven produce generalmente pastas kraft de mayores resistencias que otras especies, existen excepciones a esta regla. Se han fabricado pastas de árbo-

les jóvenes y de rápido crecimiento de otras especies con mayores resistencias que las pastas de *E. regnans*, pero estas especies suelen crecer con lentitud y se encuentran normalmente tanto en los bosques maduros como en los viejos, de suerte que los árboles jóvenes desarrollados rápidamente son demasiado escasos para tener importancia económica.

Las plantaciones realizadas en el extranjero son jóvenes y han crecido rápidamente, por lo cual es casi seguro que producirán pastas kraft de muy altas resistencias al reventamiento y a la tracción y que, si se refinan correctamente y se mezclan con pastas de fibras largas ligeramente refinadas, deberán producir papeles de envolver fuertes. Las pastas blanqueadas deben ser adecuadas para fabricar casi todos los tipos de papeles de imprenta y de escribir.

Para obtener los mejores resultados, es necesario controlar cuidadosamente la cocción; incluso es preferible dejar la pasta un poco cruda a cocerla demasiado. En estas circunstancias es probable que la pasta se pegue en la prensa cuando se fabrican papeles de envolver a base de pastas sin blanquear, y quizá haya que usar un correctivo, del tipo del hexametáfosfato de sodio.

Según la experiencia de Maryvale, los evaporadores de lejías negras podrán trabajar sin inconvenientes graves siempre que se utilice un evaporador a cascada o ciclónico para concentrar la lejía a su densidad de combustión. La lejía negra se quemaría con rapidez en los hornos de recuperación.

A la luz de la experiencia australiana, es poco probable que pueda fabricarse buena pasta mecánica de eucalipto. Hasta que las plantaciones alcancen una edad mucho mayor, es posible que las pastas mecánicas sean finas y harinosas, sólo aptas para aprovecharse como carga en ciertos tipos de papel, e inadecuadas por completo para usarlas en altos porcentajes como materia prima para máquinas de papel de diario que funcionen a alta velocidad.

APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE *TRITHRINAX CAMPESTRIS* (PALMA, PALMERA, CARANDAY) COMO MATERIA PRIMA PAPELERA¹

Walter Ginzel

La palmera *Trithrinax campestris* crece en forma espontánea en diversas regiones argentinas, como Santa Fe, Córdoba, San Luis, Santiago del Estero, Tucumán, Corrientes y la provincia de Entre Ríos, en donde ocupa las mayores extensiones. Según la región, se conoce esta palmera con el nombre vulgar de "palma", "palmera" o "caranday". Tiene una altura entre 2 y 4 metros, con el tronco vestido con restos foliares, las hojas flabeladas y divididas en segmentos. Estas hojas, que tienen también aplicación en la industria textil, son las que se utilizan —cuando están verdes y bien desarrolladas— en la industria papelerera.

Las fibras tienen una longitud entre 0,7 y 2,5 milímetros y una anchura de 8 a 20 micras, o sea, una relación media de 100 entre la longitud y la anchura, lo que las hace aptas para la fabricación de papel. Son de estructura cilíndrica, con paredes muy gruesas, por lo que se prestan para la fabricación de papeles voluminosos y absorbentes en estado de poco refinamiento, aunque por su aptitud

para formar fibrillas pueden utilizarse también para fabricar papeles resistentes.

Los ensayos de laboratorio y en escala semiindustrial se hicieron por el procedimiento alcalino, con soda cáustica. Las lejiaciones se efectuaron sobre las hojas cortadas en tamaños de 2 a 3 centímetros, secadas al aire, con una proporción de humedad del 10 por ciento. El consumo de soda cáustica varió entre 8 y 10 por ciento del peso del material seco, según la forma como se llevó a cabo la cocción. El rendimiento en pasta fué de un 40 a 50 por ciento, o sea similar al de la paja y otras plantas anuales que ya se aprovechan industrialmente en gran escala. La pasta completamente seca dió al análisis 73 por ciento de celulosa, 17 por ciento de pentosanos, 7 por ciento de lignina y 3 por ciento de cenizas. Por el procedimiento de obtención y por su composición, puede decirse que la pasta pertenece al grupo de las semiquímicas.

La industrialización de esta nueva materia prima celulósica es posible si se toman en cuenta el éxito de los ensayos realizados y la abundancia de palmeras *Trithrinax* en diversos lugares del territorio argentino. Además, es fácil de explotar.

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF. 3/L.4.10.

V

**Aspectos económicos de la fabricación de papel y celulosa
a base de bagazo de caña de azúcar**

1

BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIA PRIMA PARA PAPEL Y CELULOSA¹

Documento de la Secretaría,

con la colaboración especial del Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba²

1. INTRODUCCIÓN

El bagazo ha despertado interés como materia prima para la fabricación de papel y celulosa desde hace más de cien años. Se tienen noticias de que ya en 1844 se envió a Francia un cargamento de caña de azúcar de la isla de la Martinica y se destinó a la fabricación de papel. De 1860 a 1880 se registraron en Estados Unidos diversos ensayos de fabricación de papel de diario con bagazo. Hacia 1880 parece que se planearon numerosas fábricas de papel a base de este desecho, y es lo cierto que se establecieron una o dos en Nueva Orleans o en sus cercanías. A pesar de ello, éstas y muchas otras tentativas precoces fracasaron por no obtener un producto adecuado y comerciable.

El primer intento de elaboración de celulosa a base de bagazo registrado en América Latina data de 1908, año en que se fundó una fábrica de este tipo en Río de Janeiro. Esta empresa produjo una tonelada diaria de papel durante tres años, pero al fin tuvo que cerrar. Hubo después otras muchas iniciativas en diversas partes del mundo, pero hasta poco antes de la segunda guerra mundial — pese a los múltiples intentos hechos en este sentido — las únicas empresas comerciales prósperas fueron las fábricas de planchas de fibra y en especial la de la Celotex Corporation, en Marrero, Luisiana. Finalmente, en 1939 — tras muchos trabajos de experimentación, realizados sobre todo en los Estados Unidos, las Filipinas, Inglaterra, Hawái y el Perú, — se establecieron las dos primeras empresas que lograron fabricar papel y celulosa en escala comercial.

Una de ellas fue la fábrica integrada de papel y celulosa de W. R. Grace y Co., en Paramonga, Perú. La otra, ubicada en Tatu, cerca de Taichung, Formosa, era propiedad de la Taiwan Pulp and Paper Corporation. No tardó en aparecer, en las Filipinas, la tercera fábrica que produjo celulosa blanqueada. Actualmente existe en el mundo una docena de establecimientos de tamaño comercial que se dedican a la fabricación de papel y celulosa a base de bagazo; ocho de ellos se encuentran en América Latina.³

En los últimos años se ha observado un interés creciente en el bagazo como materia prima para la fabricación de papel y celulosa. Las razones de ello son evidentes. La fibra de bagazo reúne excelentes características para la fabricación de papel; en determinadas regiones se produce con regularidad y en abundancia; como subproducto de la producción de caña de azúcar parece resultar muy barato; donde existe con mayor abundancia, no se encuentran otras fibras adecuadas para la fabricación de papel.

En los últimos años se ha multiplicado rápidamente la bibliografía sobre la elaboración de celulosa con bagazo. Este

estudio no pretende compendiar todo lo que se ha escrito acerca de la materia ni presentar una valoración documentada sobre los diversos procedimientos — algunos de ellos patentados — que existen para tratar esta materia prima con dichos fines. Una apreciación de ese tipo — que en algunos casos exigiría plantear distinciones arbitrarias entre lo que se pretende hacer y lo que se ha logrado realizar — requeriría mayor información sobre procedimientos, inversiones y costos de producción que la que hasta ahora se conoce. Por lo tanto, este estudio se limita a describir brevemente los principales procedimientos disponibles.

Se destacan en él, sobre todo, los factores que influyen en la cantidad de bagazo que puede destinarse a la fabricación de papel, aspecto igualmente importante del problema. El estudio se apoya en parte en los documentos básicos enviados a la Junta y en parte en una serie de investigaciones sobre la situación del abastecimiento potencial de bagazo en seis países latinoamericanos. Estos estudios especiales se discuten en la Sección 5, y gran parte del material recopilado aparece en los anexos del presente documento.

Muchos de los puntos que aquí se tratan están respaldados por material de primera mano, que comprende a veces cálculos extensos y cuadros complicados, que en lo posible, se han reunido en los anexos. Estos son, pues, parte esencial del presente estudio y para aquellas personas familiarizadas con los problemas del bagazo quizás tengan mayor importancia que el texto mismo.

2. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN AMÉRICA LATINA

La producción de azúcar de caña tiene una amplia distribución geográfica en América Latina.

En el cuadro 1 se dan las cifras correspondientes a los últimos años. Debe señalarse que estas cifras pueden o no incluir otros productos de la caña de azúcar de carácter exclusivamente local (piloncillo, panela, papelón, chancaca, raspadura, etc.) y para consumo interno. Por diversas razones (pequeñas unidades de producción, falta de mercado internacional, carencia de tipos uniformes) estos productos no son registrados en las estadísticas o lo son de manera incompleta.

Como no suele haber estadísticas directas de la producción de bagazo, tal información debe obtenerse en forma indirecta. El cálculo puede hacerse combinando: *a*) las estadísticas de la producción de azúcar, con *b*) el rendimiento porcentual medio de azúcar en relación con la caña molida, para obtener *c*) la cantidad de caña molida; este último dato puede en seguida combinarse con *d*) el contenido medio total de fibra (la médula inclusive) de la caña molida, *e*) el contenido medio de azúcar del bagazo fresco y *f*) el contenido estimado de humedad del bagazo, para llegar a *g*) la producción de bagazo fresco.

En el cuadro 2 se consignan los datos correspondientes a los renglones *b*), *d*) y *e*) obtenidos durante los estudios en el terreno.

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF. 3/L.5.0.

² El Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba comisionó al ingeniero Jorge Guerra para llevar a cabo los trabajos de campo a que se refiere este informe.

³ La ubicación de las fábricas y algunas características de operación se consignan en el anexo VIII de este trabajo.

Cuadro 1

AMERICA LATINA: PRODUCCION ANUAL DE AZUCAR DE CAÑA EN EL QUINQUENIO 1949-1953
(Miles de toneladas)

	1949/50	1950/51	1951/52	1952/53	1953/54	Promedio quinquenal
1. México	604	667	681	775	813	708
2. Zona del Caribe						
Cuba	5,570	5,770	7,230	5,170	5,160	5,780
República Dominicana	476	537	589	632	636	574
Haití	50	58	58	55	36	51,4
3. América Central						
Guatemala	60	51	50	56	49	53,2
El Salvador	23	26	26	25	27	25,4
Otros países	62	69	66	71	94	72,4
4. América del Sur						
Argentina	557	623	661	568	721	626
Brasil	1,514	1,798	1,898	2,150	2,180	1,908
Colombia	149	184	160	168	198	171,8
Ecuador	49	46	47	57	56	51
Perú	458	497	500	518	634	521,4
Venezuela	49	47	61	51	66	54,8
Total América Latina	9.621	10.373	12.027	10.296	10.670	10.597

FUENTE: Willet and Gray, Nueva York. Las cifras correspondientes a los años 1953/54 son, en parte, estimaciones.

Combinando la información de los cuadros 1 y 2 puede estimarse la producción de bagazo. Los resultados se anotan en el cuadro 3. Para los países no investigados se ha aplicado el mismo promedio del cuadro 2.

Cuadro 2

AMERICA LATINA: DATOS EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA PRODUCCION DE BAGAZO EN DETERMINADOS PAISES

(Porcientos)

	Rendimiento en azúcar de la caña molida	Promedio total de fibra en la caña molida ^a	Contenido medio de azúcar en el bagazo fresco
Argentina	7,2	13,0	4,2
Brasil	10,5	12,7	4,3
Cuba	12,7	12,5	3,4
México	9,1	13,2	3,5
Perú	11,3	14,8	2,7
Venezuela	11,0	12,8	3,4
Promedio	10,3	13,1	3,6

^a Incluyendo la médula.

Como puede apreciarse, la producción anual de bagazo fresco en América Latina durante los años últimos sobrepasa los 26 millones de toneladas. Puesta a disposición de la industria papelera, esta cantidad sería suficiente para producir más de 4 millones de toneladas de pasta, lo que bastaría para cubrir tres veces la demanda normal de papel en la región. En realidad, sólo una pequeña parte de este total podría destinarse actualmente a la fabricación de papel. Es probable que las fábricas latinoamericanas consuman al año entre 300 y 400 mil toneladas de bagazo fresco, o sea, del 1 al 1,5 por ciento de la producción total. Los propios ingenios azucareros utilizan casi la totalidad del bagazo como combustible. El aspecto fundamental, pero no el único, del problema del abastecimiento de bagazo consiste en abandonar el uso de este residuo como combustible para emplearlo en la fabricación de papel. Las cifras burdas ya citadas demuestran que no sería difícil lograr un au-

mento rápido e importante de la cantidad de bagazo destinada a la elaboración de celulosa. Aunque sea posible hacerlo así, hay factores que limitan cualquier avance en ese sentido. Algunos de ellos se analizarán a continuación.

3. LIBERACIÓN DEL BAGAZO PARA LA ELABORACIÓN DE PASTA

Entre los productos agrícolas que exigen tratamiento mecánico-térmico antes de llegar al consumidor, la caña de azúcar es uno de los pocos que proporciona al mismo tiempo —y más o menos en la proporción deseada— el producto que se desea obtener (azúcar) y el combustible (bagazo) necesario para elaborarlo.

Cuadro 3

AMERICA LATINA: ESTIMACION DE LA PRODUCCION ANUAL DE BAGAZO
(Promedio 1949-53)

	Bagazo fresco 50 por ciento de humedad (Miles de toneladas)	Contenido total de fibra en el bagazo (Porcientos)	Rendimiento en bagazo de la caña molida (Porcientos)
1. México	2.210	46,5	28,3
2. Zona del Caribe			
Cuba	12.200	46,6	26,8
República Dominicana ^a	1.570	46,4	28,3
Haití	141	46,4	28,7
3. América Central ^b			
Guatemala	146	46,4	28,7
El Salvador	69	46,4	28,7
Otros países	198	46,4	28,7
4. América del Sur			
Argentina	2.470	45,8	28,4
Brasil	5.050	45,7	28,7
Colombia ^a	470	46,4	28,7
Ecuador ^a	139	46,4	28,7
Perú	1.450	47,3	31,4
Venezuela	137	46,6	27,6
Total América Latina	26.250	—	—

^a Países no visitados durante la elaboración de este estudio.

El problema general de la disponibilidad y costo del bagazo como materia prima para la elaboración de celulosa está, en consecuencia, íntimamente ligado al funcionamiento de los ingenios. Estos, por su parte, varían de un país a otro, dentro de un mismo país y hasta en una misma localidad, tanto en lo que toca al tipo de sus operaciones productivas como a la calidad de los productos terminados que fabrican¹. No existe tipificación en los ingenios en lo que se refiere a sus operaciones de fabricación ni, en consecuencia, a sus instalaciones².

Sólo una pequeña parte de los 26 millones de bagazo fresco³ que se producen anualmente en América Latina puede considerarse como abastecimiento potencial para las fábricas de papel. Dos órdenes de razonamientos explican que ocurra así: en primer lugar, el bagazo constituye la fuente principal de combustible para los propios ingenios y se encuentra a mano en cantidades suficientes para satisfacer sus necesidades; en segundo término, la mayoría de los ingenios son demasiado pequeños para proporcionar el bagazo necesario para alimentar una fábrica de celulosa de tamaño económico mínimo, y puede no resultar económico traerlo de otros ingenios de la misma región.

Sin embargo, en algunos ingenios modernos de gran tamaño, en que las calderas tienen buen rendimiento, se obtiene actualmente bagazo en exceso; en otros es posible asegurar un excedente combinando un mayor rendimiento de las calderas y un mejor aprovechamiento del vapor. Así, por ejemplo, en una fábrica de azúcar sin refinar puede obtenerse un excedente superior al 30 por ciento del volumen total de bagazo. Si el ingenio fuera bastante grande, esta cantidad sería suficiente para abastecer a una fábrica de celulosa de tamaño económico.

En consecuencia, el mejoramiento de la eficiencia térmica constituye un medio de sustraer bagazo para la fabricación de papel. También se podrían utilizar combustibles sucedáneos en los ingenios azucareros. Esta última posibilidad tiene un interés especial para países como México, el Perú y Venezuela, que poseen en sus zonas azucareras otro combustible barato. A continuación se analizan estos aspectos: mejoramiento de la eficiencia térmica y empleo de combustibles sucedáneos del bagazo⁴.

a) *Mejoramiento de la eficiencia térmica*

Se sostiene que una fábrica de azúcar crudo —en condiciones ideales— puede obtener la energía y vapor que necesita a base de caña con sólo un 8 por ciento de materia fibrosa. Como el contenido medio gira alrededor de 13 por ciento, sólo sería utilizado un 60 por ciento del bagazo para combustible; el 40 por ciento restante podría destinarse a la fabricación de papel. Sin embargo, las prácticas relacionadas con el uso de combustibles y la economía de vapor varían tanto de un ingenio a otro, que, aunque algunos podrían alcanzar más o menos ese volumen de excedente, en condiciones ideales, otros, en cambio, tendrían que recurrir a combustibles complementarios.

Uno de los trabajos presentados a esta Junta⁵ examina un punto de trascendental importancia, que además tiene

significativas repercusiones económicas. Sean cuales fueren los tipos y combinaciones de las instalaciones de energía en una fábrica de azúcar crudo, es común que la fábrica esté diseñada para proporcionar un margen —que puede ser considerable— entre el vapor que pasa por las turbinas y motores y el que se aprovecha para producir el calor necesario en el procedimiento mismo de elaboración. Se acepta generalmente que para lograr un equilibrio adecuado sólo las tres cuartas partes —y quizás menos— del vapor producido deben pasar por las unidades generadoras de energía; el remanente irá directamente de las calderas al equipo de elaboración. De aquí que, mientras se pueda aprovechar en la elaboración todo el vapor de escape de las turbinas y motores, su eficiencia no sea mucha. Las pérdidas sustantivas provienen de no aprovechar el vapor de escape y de descuidar el aislamiento de las tuberías de vapor. En otras palabras si se desea ahorrar bagazo, las economías más efectivas deben hacerse en el vapor que se emplea en el procedimiento mismo de fabricación.

De lo anterior se deduce que no es necesario prever las onerosas inversiones —y otros gastos— que demandaría reemplazar con turbinas modernas o turbogeneradores y motores eléctricos los pesados motores a vapor de acción directa, con sus correspondientes transmisiones, que tienen los equipos antiguos para moler caña. Un mejor aprovechamiento mecánico del vapor —y el elevado costo de lograrlo— contribuye de manera insignificante al ahorro del bagazo.

Aunque parezca extraño, a quienes se hallan interesados en obtener excedentes de bagazo con que fabricar papel les alentarán saber que es posible lograrlo en buena parte a un costo menor que el calculado en primera instancia.

En consecuencia hay que orientar los esfuerzos hacia el mejoramiento de la eficiencia en la producción de vapor y en el aprovechamiento térmico más eficaz del de baja presión que se utiliza en la fabricación. Tanto en las instalaciones antiguas como en las modernas son éstas las principales direcciones en que debe procurarse el ahorro de bagazo.

En el trabajo básico a que se ha hecho referencia se analizan diversas medidas para lograr dichos objetivos; para mayor facilidad del lector se resumen en el anexo III. Los costos —directos e indirectos— que representa introducir esas medidas son probablemente muy inferiores a los que implica el mejor aprovechamiento mecánico del vapor. Además, ofrecen otra ventaja importante: pueden adoptarse gradual y sucesivamente a lo largo de un extenso período, constituyendo por eso elementos separados pero complementarios en un programa a largo plazo relacionado con el ahorro de bagazo.

No todas las medidas pueden aplicarse indistintamente a los diferentes tipos de instalaciones de los ingenios azucareros. Los cinco ejemplos citados en el anexo VI ponen de manifiesto que la demanda de vapor varía según las operaciones que se realizan. Las cifras no tienen validez universal pero demuestran que las necesidades de vapor son menores en los ingenios no integrados, que sólo producen azúcar cruda, y mayores en los que refinan y cuentan con destilería. Los centrales del primer tipo no se han visto, en general, apremiados por necesidades de combustible, y, en consecuencia, las medidas de ahorro citadas habrían sido innecesarias⁶. En esta clase de ingenios es donde hay mejor

⁶ Esta es una afirmación muy general. Mucho depende de las prácticas que se adoptan en relación con el combustible. Como ya se ha señalado antes, hasta los centrales azucareros sencillos pueden verse obligados a adquirir más combustible.

¹ Véase anexo I.

² Véase anexo II.

³ Con 50 por ciento de humedad.

⁴ El bagazo obtenido de estas dos maneras suele denominarse "excedente de bagazo" en el primer caso y "bagazo de sustitución" en el segundo.

⁵ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.3: *Ahorro del bagazo para la manufactura del papel. Consideraciones térmicas*, por la Cellulose Development Corporation Ltd. y la John Thompson Water Tube Boilers Ltd.

posibilidad de progreso. Por otro lado, los ingenios que actualmente cuentan con refinería y planta de destilación propias se han visto apurados por la falta de combustible y han tenido tal vez que adquirir cantidades adicionales. En estos centrales se han aplicado ya indudablemente muchas medidas tendientes a ahorrar bagazo y son muy escasas las posibilidades de aumentar ese ahorro.

b) Combustibles sucedáneos

Cualquier material que se use comúnmente como combustible podría sustituir al bagazo. En este trabajo sólo se considerarán tres de ellos: la leña, el gas natural y el petróleo, pues son los únicos que parecen ofrecer claras perspectivas en América Latina.

La sustitución del bagazo por leña presenta posibilidades muy limitadas. El cultivo de la caña de azúcar exige vastas zonas desboscadas de tierras cultivables contiguas a los ingenios. Por lo tanto, es muy raro encontrar, en las antiguas plantaciones, grandes volúmenes de madera al lado de los campos de caña. La madera no existe en esos lugares, salvo en aquellos casos aislados en que las plantaciones de caña de azúcar son nuevas o en que se ha procedido a la reforestación. En el caso último, como la madera es escasa, la competencia en sus usos y el precio elevado no permiten considerar su empleo como combustible de los ingenios.

En la zona de Tucumán, Argentina, se hace frente al déficit de bagazo utilizando leña y petróleo como combustibles suplementarios en los centrales azucareros. Es probable que se haya adoptado el petróleo últimamente debido a la creciente escasez de madera. En algunas regiones azucareras del Brasil que cuentan con buenos establecimientos —especialmente en el estado de São Paulo— se han hecho extensas reforestaciones de eucalipto y en los ingenios se suele quemar petróleo y leña para completar sus necesidades de combustible.

Los ingenios situados a una distancia económica —desde el punto de vista de la instalación de gasoductos— de los pozos de gas natural están en condiciones de emplear este producto ya sea como combustible sucedáneo o adicional. Sin embargo, de los seis países estudiados, únicamente en Venezuela ofrece el gas natural posibilidades interesantes en un futuro próximo. Aun en el caso particular del ingenio que se estudió en este aspecto, las informaciones recogidas demostraron que sería más barato emplear petróleo que gas natural.

En consecuencia, cabe deducir que el petróleo es, en la práctica, el único combustible capaz de sustituir al bagazo. Los gastos que exige el reemplazo del bagazo por petróleo varían de un lugar a otro; en aquellos países en que el petróleo paga fuertes derechos de aduana será imposible proceder a esta sustitución. Sin embargo, conviene señalar que la simple comparación de los costos no da una idea cabal del problema, pues el petróleo —a semejanza del gas natural— ofrece además la ventaja de mejorar las características de funcionamiento de la planta; no sólo aumenta el rendimiento de la caldera, sino que permite regular mejor la producción de vapor con respecto a la demanda.

El petróleo es un producto bien establecido en el mercado internacional y se vende según tipos bien definidos. Es de fácil transporte, ya sea por vía marítima en los buques-tanque o por vía terrestre, por ferrocarril y camión. Los principales aspectos que deben tenerse en cuenta al proyectar usarlo como combustible sucedáneo del bagazo, son a) su fácil transporte a los ingenios; b) su costo como sustituto del bagazo —a base de equivalentes relativos de gene-

ración de vapor— y c) el capital que es necesario invertir para adaptar la instalación a su uso.

El transporte no presenta, en general, dificultad alguna, pues los ingenios, aunque situados en zonas rurales, poseen un sistema de transporte bien organizado para trasladar su producción de azúcar a los centros consumidores del interior o a los puntos de embarque. En efecto, si se adoptara el sistema de llevar cargas de retorno, el precio del combustible puesto en fábrica resultaría ligeramente menor. Tal vez convenga señalar que en un ingenio que emplea únicamente petróleo como combustible, la relación en peso entre el azúcar producido y el petróleo que se consume es aproximadamente de 2,5 a 1.

En el anexo V se analizan los valores relativos del bagazo y del petróleo como combustibles. Según cálculos aproximados, una tonelada de bagazo fresco produce 2,5 toneladas de vapor; en cambio, se generan 14,4 toneladas de vapor por una de petróleo. *Por consiguiente, 1 tonelada de petróleo reemplaza a 6 toneladas de bagazo.* La proporción en que se haga la sustitución variará lógicamente según las condiciones que se presenten en cada fábrica. Además, como ya se ha señalado, el índice de sustitución no es el único factor importante, pues el petróleo ofrece también otras ventajas.

En el anexo VII se estudian las inversiones necesarias para adaptar una instalación que utilice el petróleo como combustible. El monto de la inversión depende sólo del tamaño de la caldera que se necesite, lo que a su vez se subordina al volumen de bagazo que se desea sustraer. Pero el costo de inversión por tonelada de bagazo consumido en la fábrica de celulosa varía según la duración de la zafra. Baste señalar a modo de ejemplo, que el costo del equipo (incluyendo flete y montaje) sería de 58 mil dólares para un ingenio con zafra de 6 meses, o sea, uno bastante grande para liberar 96 mil toneladas de bagazo fresco, lo que permitiría abastecer durante todo el año a una fábrica de celulosa de 50 toneladas diarias de capacidad. Tomando en cuenta la depreciación, los intereses, el mantenimiento, los repuestos y el seguro, el costo de inversión derivado de la conversión representa un recargo de 12 centavos de dólar por tonelada de bagazo fresco sustraída. Si se acortara el período de la zafra sería necesario aumentar la capacidad de las instalaciones, en tanto que para un período más largo de molienda bastaría un equipo de menor capacidad. Así, para el ejemplo anotado, con zafras de 3 y 9 meses, resultaría un recargo de 21 y 9 centavos de dólar, respectivamente. Los costos de inversión por tonelada declinan rápidamente a medida que aumente el tamaño de la fábrica. Por lo tanto, si fuera de 12 centavos el recargo por tonelada para una fábrica que elabora 50 toneladas diarias de celulosa (con una zafra de 6 meses), aumentaría a 18 centavos en el caso de una fábrica con 20 toneladas diarias de capacidad y con la misma duración de la zafra¹.

Cuando se proyecte transformar un ingenio para que pueda quemar petróleo, deben tomarse en cuenta los tres factores analizados, aunque no bastan a calcular el costo del bagazo como materia prima para la elaboración de pastas. En principio, el costo del bagazo para la elaboración de

¹ Es de considerable interés la práctica que para obtener materia prima han adoptado dos compañías mexicanas que fabrican celulosa con bagazo. Las dos empresas han costado la transformación de las instalaciones para quemar petróleo en los ingenios azucareros que les proporcionan el bagazo y pagan asimismo el petróleo que se consume como combustible. Además, las compañías mencionadas mantienen las secciones de enfiado de los ingenios interesados y sufragan el transporte del bagazo enfiado desde los ingenios a sus respectivas fábricas de celulosa.

celulosa equivale al de su sustitución por otro combustible en el ingenio, pero no hay que olvidar los gastos adicionales que entraña su transporte, enfardado y almacenamiento. Estos también dependen de la duración de la molienda, así como del grado de utilización de bagazo fresco en la fábrica de celulosa en vez del producto seco. Por lo tanto, antes de estudiar el costo que representa el bagazo para la fábrica de celulosa, es necesario analizar el problema de su enfardado y almacenamiento. Pero cabría primero resumir la economía derivada de la adopción de las medidas analizadas.

c) Excedentes potenciales

En el cuadro 4 se hace un resumen de los excedentes potenciales que pueden crearse mediante la adopción de medidas para mejorar la eficiencia térmica, o de un cambio radical hacia el empleo del petróleo como combustible.

Es evidente que hay muchas posibilidades de liberar excedentes de bagazo para aprovecharlos en la fabricación de papel. También es claro que en cada caso existe un límite de realización, salvo el cambio total hacia el empleo de petróleo. Sólo después de una serie de cálculos complejos podrá determinarse si dicha medida constituye una proposición económica para cualquier caso en particular¹. En los párrafos anteriores sólo se señalan algunas de las consideraciones más importantes que deben tenerse en cuenta, pero en los anexos se incluye el material —original en algunos casos— que las confirma.

Además de los dos criterios principales que se han señalado en relación con la creación de excedentes de bagazo, conviene anotar otro que también se trata en el anexo III aunque es totalmente distinto de los otros criterios consignados en dicho anexo. Consiste en asegurar el ahorro de bagazo mediante la modificación de las normas de producción del ingenio. Como las necesidades de vapor varían según el tipo de operación, es indudable que cualquier cambio en las normas de producción que suponga la disminución del rendimiento final de azúcar por tonelada de caña molida redundará en un ahorro de bagazo. El ahorro logrado en esta forma en un ingenio determinado dependerá de diversas consideraciones económicas de carácter más amplio, como, por ejemplo, los mercados correspondientes para el azúcar y el bagazo y la venta comercial relativa de ambos

¹ Aunque los aspectos económicos del ahorro de bagazo son de carácter complejo, es muy sencillo el cálculo de las cantidades que pueden ahorrarse adoptando determinadas medidas; en los anexos V y VI se proporcionan algunos datos con los que puede hacerse una estimación aproximada.

productos². Además, para cada ingenio variará de tiempo en tiempo la importancia relativa de estas consideraciones a medida que cambien las condiciones del mercado.

El examen de esas posibilidades de ahorrar bagazo queda fuera del alcance de este estudio; sin embargo, pueden tener cierto valor en determinadas circunstancias y épocas y, por lo tanto, no pueden pasarse enteramente por alto.

d) Problemas relacionados con el manejo, enfardado y almacenamiento del bagazo

En la mayoría de los países la producción de azúcar de caña es estacional. En los principales centros productores de azúcar de América Latina, la época de zafra oscila entre 75 días (Cuba y Venezuela) y 225 (Perú). En la Argentina, el Brasil y México la zafra dura 150 días.

Como las fábricas de papel y celulosa deben trabajar todo el año, tienen que tomar las precauciones del caso para hacer frente a contingencias y para mantener la producción con el ritmo necesario. Durante la época de zafra, una fábrica de celulosa puede elaborar el bagazo a medida que sale del ingenio. Pero, a menos que la molienda dure todo el año —lo que es muy poco probable—, siempre hay necesidad de enfardar una parte de este material. Este hecho, conjuntamente con ciertas consideraciones relacionadas con la facilidad de su manejo, almacenamiento y transporte, contribuye en gran medida a que en las fábricas de celulosa se suela enfardar todo el material conforme va saliendo del ingenio y almacenarlo en espera de la demanda.

En consecuencia, se necesita una instalación enfardadora contigua al ingenio azucarero. El equipo para enfardar debe ser de construcción sólida y el número de máquinas enfardadoras dependerá de su velocidad y del volumen del material que hay que manejar.

La capacidad de las enfardadoras y el tamaño de los fardos varían, pero muchas de estas máquinas están diseñadas en tal forma que pueden enfardarse de 150 a 200 toneladas de bagazo fresco o húmedo en 24 horas. En los Estados Unidos³, una instalación enfardadora cuenta normalmente con el siguiente personal: un mecánico encargado de manejar las enfardadoras; un obrero que regule la carga, otro

² En general, esta forma de ahorrar bagazo es una consecuencia fortuita de la modificación de las normas de producción de un ingenio; en muy raras oportunidades se procederá a modificar estas normas para lograr el ahorro de bagazo.

³ Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.5: *Preservación, manejo y almacenamiento del bagazo*, por A. Watson Chapman.

Cuadro 4

EXCEDENTES POTENCIALES DE BAGAZO

Tipo de operación	Mejoras que es necesario hacer en la producción y uso del vapor		Excedente potencial de bagazo ^a (Porcientos)
	Generales	Específicas	
1. Mejoramiento de la eficiencia térmica (sin sustitución del combustible)			
Ingenios que producen sólo alcohol	No	No	40 a 50
Ingenios comunes ^b			
a) modernos	Sí	No	20 a 30
b) antiguos	Sí	Sí	20 a 30
Ingenios con refinera, o con planta destiladora, o con ambas instalaciones	Sí	Sí	0 a 15
2. Combustibles sucedáneos del bagazo			
De todo tipo	Transformación	Transformación	Hasta 100

^a En porcientos de la cantidad total de bagazo producido.

^b Los que sólo producen azúcar sin refinar.

que recoge y maneja el bagazo suelto, y dos personas más en cada enfardadora, una para atar los alambres y la otra para acarrear los fardos hasta los carros de ferrocarril.

Una vez hechos, los fardos aumentan de volumen, de manera que es necesario atarlos con alambre galvanizado de buena calidad. De lo contrario, después de algunos meses de almacenamiento se presentarán dificultades debido a su apertura antes de tiempo y al consiguiente manejo de gran cantidad de bagazo suelto. Los fardos se almacenan en tongas (de aproximadamente $36 \times 20 \times 9$ metros de alto), con ductos de ventilación entre los fardos para evitar el calentamiento excesivo causado por la fermentación y permitir además que el material se seque rápidamente. Las tongas se colocan a cierta distancia unas de otras para impedir la propagación de incendios así como para dar acceso al transporte. Tomando las precauciones adecuadas —como por ejemplo, la instalación de cunetas de drenaje en la base de las tongas y de una cubierta apropiada en su extremo superior—, la pérdida real de fibra no será mayor del 10 por ciento¹ después de 18 meses de almacenamiento. Las bodegas descubiertas no son recomendables, pues suelen ocasionar la decoloración del material a consecuencia de la descomposición.

El manejo, enfardado y almacenamiento del bagazo son operaciones costosas. En los anexos VII y VIII se proporcionan estimaciones de algunos de los elementos de estos costos. El costo del alambre que se usa en los fardos es de 28,5 centavos de dólar por tonelada de bagazo fresco enfardado. El consumo de trabajo humano necesario para enfardar, almacenar y entregar el bagazo a la fábrica de celulosa dependerá del volumen de bagazo por enfardar por unidad de tiempo y del tipo del equipo que se utilice en tales operaciones. Por lo común fluctúa entre 1,5 y 3 horas-hombre por tonelada. La inversión que se hace en el equipo para enfardar, manipular, transportar y almacenar este material es el rubro que experimenta mayores fluctuaciones en relación con la escala de las operaciones.

Las estimaciones del costo del anexo VII demuestran que —en el ejemplo citado: fábrica de celulosa con capacidad para 50 toneladas diarias y 6 meses de zafra— el costo de la inversión en equipo por tonelada de bagazo fresco consumida asciende a 23 centavos de dólar si se trabaja con bagazo enfardado y a 15 si se le utiliza fresco durante la zafra. Las cifras respectivas para una fábrica de 20 toneladas diarias suben a 38 y 26 centavos. El costo por tonela-

da de fardos disminuye con mayor rapidez al aumentar la escala de las operaciones. Cuando se enfardan 40 toneladas diarias (en una fábrica con 20 toneladas de capacidad que funciona con bagazo fresco durante una zafra de 9 meses, por ejemplo), puede llegar a 96 centavos; en fábricas con capacidad para 50 y 100 toneladas —en las mismas condiciones— desciende a 50 y 42 centavos, respectivamente. En otras palabras, según lo expresa el Profesor A. G. Keller, de la Universidad del Estado de Luisiana² “hay poca diferencia en inversión inicial entre una instalación destinada a enfardar 10 mil toneladas de fibra y otra que maneje 30 mil toneladas de ese mismo material”.

De lo que antecede se desprende que para aprovechar bien el capital invertido en el equipo de una instalación enfardadora, es necesario tener gran rendimiento horario y que, desde el punto de vista de la inversión, resulta oneroso enfardar el bagazo en instalaciones aisladas, pequeñas y que trabajen lentamente. Por lo tanto, este elemento de costo hace que sea ventajoso para la fábrica de celulosa adquirir la totalidad del bagazo en un solo ingenio, en el cual puede enfardarse y almacenarse en una instalación única de rendimiento elevado.

Conviene señalar a este respecto que una fábrica de celulosa de capacidad reducida, que elabore, por ejemplo, de 25 a 50 toneladas diarias, estará desperdiciando su capital y gravando los costos de su bagazo si se abastece en varios ingenios. Una fábrica de mayor capacidad —por ejemplo, de 100 toneladas diarias— no encontrará inconvenientes de este tipo con la misma intensidad, a pesar de que tenga que cubrir los costos adicionales de transporte del material desde diversos ingenios.

Otros elementos de costo que deben considerarse son la construcción de la instalación enfardadora y el lugar en que se va a almacenar el bagazo, el seguro del bagazo almacenado y el interés sobre el capital que representa este material en depósito. En el anexo VII se han hecho algunas estimaciones de estos rubros en los seis países especialmente investigados.

Dada la producción anual de bagazo de un solo ingenio, cuanto menos dure la zafra mayor tendrá que ser la rapidez del enfardado y, en consecuencia, mayor será también la capacidad instalada para enfardar. Esta afirmación es válida lo mismo si la fábrica de celulosa respectiva trabaja únicamente con bagazo seco que si aprovecha el bagazo fresco durante la molienda. Si se usa bagazo fresco se reduce el volumen del material que debe enfardarse, almacenarse y utilizarse en estado seco; en consecuencia, se necesitarán

² Véase *Study of Newsprint Expansion*, Washington, Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, 1952.

Cuadro 5

AMERICA LATINA: ECONOMIA EN EL COSTO DEL BAGAZO CUANDO SE EMPLEA MATERIAL FRESCO EN DETERMINADOS PAISES

País	Duración de la zafra (Días)	Costo por tonelada de bagazo de una fábrica de celulosa con capacidad de 20 toneladas que emplea:		Economías	
		Únicamente bagazo enfardado (Dólares por tonelada)	Bagazo fresco y bagazo enfardado (Dólares por tonelada)	(Dólares por tonelada)	(Porcentaje)
Perú	225	2,60	2,16	0,45	27
México	150	2,40	2,00	0,40	17
Argentina	150	8,31	7,35	0,96	12
Brasil	150	8,05	7,45	0,60	7
Venezuela	75	4,01	3,50	0,51	13
Cuba	75	6,55	5,96	0,59	9

enfardadoras de menor capacidad y patios menores para el almacenamiento. La economía lograda usando bagazo fresco en vez de seco durante la época de la zafra aumenta con la duración de ésta. Como se desprende del cuadro 5, en el cual se han hecho estimaciones para los seis países estudiados, esta economía puede ser muy importante.

La mayor economía corresponde al Perú, en donde la época de molienda es de mayor duración, y la menor a Cuba, cuya temporada es muy corta. La correlación entre la época de molienda y las economías no es completa, dado que los elementos analizados representan sólo una parte del costo total que aparece en el cuadro 5. Sin embargo, se han puesto claramente de manifiesto las economías que es posible lograr empleando bagazo fresco y la influencia que la duración de la molienda tiene sobre ellas.

Cabe señalar que estos ahorros se calculan en función de la fibra entregada a la fábrica de celulosa. Aumentarán ligeramente en la medida que se pierda fibra durante el almacenamiento. Por otra parte, no se han tomado en cuenta los recargos derivados de las instalaciones adicionales para manejar tanto el bagazo fresco como el enfardado.

Una vez estudiados algunos de los elementos de costo relacionados con la necesidad de enfardar, manipular y almacenar el bagazo, se vuelve ahora al tema central, o sea el costo de la creación de excedentes de bagazo para la fabricación de celulosa, reemplazando este combustible por petróleo en los ingenios.

e) Algunas estimaciones de los costos del bagazo

Antes de celebrarse esta Junta, se realizó un estudio de la situación en seis países latinoamericanos y se completó con una estimación detallada de los costos que entrañaría ahorrar bagazo reemplazándolo por el petróleo como combustible. Estas cifras —calculadas a base de información ya existente o recopilada especialmente— se recogen en el anexo VII. En él se ha hecho una generalización de las diversas partidas; es posible, por lo tanto, efectuar las estimaciones correspondientes a cualquier tamaño de fábrica, duración de molienda y método de operación, calculando las tasas respectivas de enfardado y consumo, interpolando las cifras que aparecen en el cuadro e insertando los costos locales correspondientes. Al final del anexo VII se presentan estimaciones para cada país en seis casos hipotéticos: tres tamaños distintos de fábrica (capacidad de 20, 50 y 100 toneladas diarias) y dos métodos de operación (uno a base exclusiva de bagazo enfardado y otro con bagazo fresco durante la molienda y enfardado durante el resto del año).

El cuadro 6 muestra algunas de las cifras principales que se refieren a fábricas de los tres tamaños señalados que trabajan con bagazo fresco durante la época de molienda. El costo unitario es el de una tonelada de bagazo fresco (50 por ciento de humedad) o su equivalente enfardado.

Cuadro 6

AMERICA LATINA: EJEMPLOS DE COSTOS DE SUSTITUCION DE BAGAZO EN DETERMINADOS PAISES

	Argentina	Brasil	Cuba	México	Perú	Venezuela
	(Miles de dólares)					
Costo total de la sustitución del bagazo necesario para satisfacer las necesidades anuales de una:						
a) <i>Fábrica de 20 toneladas</i>						
Total	265	268	215	72	77	126
del cual						
Combustible sucedáneo	187	216	134	38	54	57
Otros costos	78	52	81	34	23	69
b) <i>Fábrica de 50 toneladas</i>						
Total	604	636	514	155	171	292
del cual						
Combustible sucedáneo	468	540	335	94	134	143
Otros costos	136	96	179	61	37	149
c) <i>Fábrica de 100 toneladas</i>						
Total	1.180	1.250	1.000	295	332	567
del cual						
Combustible sucedáneo	936	1.080	670	187	268	286
Otros costos	244	170	330	108	64	281
	(Dólares)					
Costo por tonelada de bagazo fresco:						
a) <i>Fábrica de 20 toneladas</i>						
Total	7,35	7,45	5,96	2,00	2,15	3,50
Combustible sucedáneo						
(porciento)	71	81	63	52	69	45
b) <i>Fábrica de 50 toneladas</i>						
Total	6,72	7,07	5,72	1,72	1,90	3,24
Combustible sucedáneo						
(porciento)	77	85	65	60	78	49
c) <i>Fábrica de 100 toneladas</i>						
Total	6,57	6,96	5,57	1,64	1,84	3,15
Combustible sucedáneo						
(porciento)	79	86	67	63	81	51

ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL BAGAZO Y DE LA MADERA

	F i b r a		Ceniza	Lignina	Alfacelulosa (Porcientos)	Pentosanos ^o
	Largo medio (mm.)	Diámetro medio (micrones)				
Bagazo (sin médula)	1,7	20	2	19-21	40-43	30-32
Maderas de coníferas de zonas templadas	2,7-1,6	32-43	1	26-30	40-45	10-15
Maderas de especies latifoliadas de zonas templadas	0,7-1,6	20-40	1	18-25	38-49	20-25

^a En los materiales distintos de la madera, la fracción hemicelulósica consiste principalmente en pentosanos, en tanto que en las maderas se encuentran además otros hidratos de carbono.

El cuadro 6 demuestra claramente que el elemento primordial del costo del bagazo es el del combustible sucedáneo. Así, el costo del bagazo resulta bajo en aquellos países que disponen de un combustible autóctono barato (México, el Perú y Venezuela, en que el petróleo combustible cuesta de 6 a 9,5 dólares por tonelada); en cambio, en otros (Cuba, la Argentina y el Brasil, donde el petróleo cuesta 22, 31 y 36 dólares por tonelada, respectivamente) el costo por tonelada del bagazo sube considerablemente.

Por consiguiente, el criterio fundamental para decidir el reemplazo del bagazo por petróleo como combustible y poder utilizar el residuo para la fabricación de celulosa es el costo del sucedáneo, pues es el factor determinante del costo del bagazo para la fábrica de celulosa¹. Este, a su vez, determina la capacidad de la celulosa y el papel de bagazo para competir con otras celulosas o papeles nacionales o importados.

Conviene señalar que el tamaño de la fábrica de celulosa—determinante de la escala de las operaciones relacionadas con el bagazo— influye sobre el costo del mismo. Como se desprende del cuadro 6 para el ejemplo anotado, el costo por tonelada de bagazo para una fábrica de celulosa de 50 toneladas diarias resultará de 5 a 15 centavos menor que para otra de 20 toneladas, y será más bajo aún cuando se trata de una fábrica de 100 toneladas diarias.

Por último, hay que insistir en que éstos son sólo casos hipotéticos y en que las cifras anotadas no pueden considerarse de aplicación general; en la práctica todo dependerá de la ubicación de la fábrica de celulosa y del número, tamaño, y método de operación de los ingenios que la abastezcan de materia prima.

4. ELABORACIÓN DE PASTA DE BAGAZO

a) Características de la fibra de bagazo

Tal como sale de los rodillos del trapiche, el bagazo varía en color (de un blanco grisáceo a un verde muy oscuro) y en composición, según la variedad de caña, el procedimiento empleado en la zafra y el sistema de molienda de cada central.

Dos de los tres principales componentes del residuo son fibrosos, a saber, los haces fibrovasculares, que contienen fibras más bien cortas, y las fibras corticales, que son mucho más largas. El tercer componente de importancia es el parenquima o médula. Según Aronovsky² el bagazo típico

¹ Por lo común, para elaborar una tonelada de celulosa se necesitan aproximadamente seis toneladas de bagazo fresco (con 50 por ciento de humedad); un poco menos cuando se emplean procedimientos de alto rendimiento y, en el caso contrario, un poco más.

² S. I. Aronovsky, "Bagasse", *Pulp and Paper Manufacture*, 1951, vol. 2, cap. 1, Tercera Parte, pp. 79-81.

contiene aproximadamente 20 por ciento de haces fibrovasculares; 55 por ciento de fibras corticales y 25 por ciento de médula.

En la planta viva, la médula forma las paredes de las células en que se depositan los jugos azucarados. Químicamente es celulosa, lo mismo que la fibra, pero no presenta una estructura fibrosa ni las dimensiones de ésta³. Además, debido a que su superficie es mayor y a que, por lo tanto, absorbe más impurezas, la médula tiene mayor contenido de ceniza. El objeto principal de esta sección es analizar las propiedades físicas y químicas de la fibra del bagazo. La separación de la médula y sus posibles aplicaciones se tratan más adelante.

Como puede apreciarse en el cuadro 7, las fibras de bagazo son más cortas que las de las maderas de coníferas de zonas templadas y su diámetro es bastante menor. Sin embargo, el contenido de celulosa es comparable favorablemente. Desde el punto de vista de su composición química, el bagazo se acerca más a las maderas de especies latifoliadas que a las de coníferas; por lo tanto, su adecuación para la fabricación de papel es más semejante a la de las especies latifoliadas.

Como las fibras del bagazo son cortas y delgadas y su contenido de hemicelulosa es comparativamente alto, las pastas elaboradas con este material tienden a dar papeles densos de escasa resistencia al desgarramiento y poca opacidad. Sin embargo, convenientemente mezcladas, las pastas de bagazo mejoran la formación de la hoja, las características de su superficie y su aptitud para la impresión. Para fabricar papeles resistentes de envolver y para sacos deben mezclarse con otras pastas de fibras largas. No obstante, es posible obtener papeles para grasas y cristal de buena calidad, exclusivamente a base de pasta de bagazo.

b) Procedimiento para elaborar pastas de bagazo⁴

Los procedimientos comerciales más importantes que se utilizan en la actualidad para la elaboración de celulosa con bagazo son los siguientes:

- 1) Procedimiento a la soda
- 2) Procedimiento al sulfato
- 4) Procedimiento soda cáustica-cloro o Celdecor
- 5) Procedimiento mecanoquímico.

Los primeros tres procedimientos requieren el empleo de digestores a presión. En cambio, en los procedimientos Cel-

³ A. G. Keller, "Louisiana Sugar Cane Bagasse", *Paper Trade Journal*, 2 mayo 1952.

⁴ Para mayores detalles véase el documento ST/ECLA/CONF. 3/L. 5.6: Factores que influyen en la selección de los procedimientos y del equipo para la fabricación de celulosa a base de bagazo, por J. E. Atchison.

decor y mecanoquímico la cocción (lejiación) se efectúa a la presión atmosférica o a presiones que se aproximen a ella. A pesar de esta característica común, estos dos últimos procedimientos son fundamentalmente diferentes, así como las celulosas que se obtienen con ellos.

1) *Procedimiento a la soda.* Este procedimiento consiste en cocer el bagazo en digestores a presión con una solución de soda cáustica. El tiempo que debe durar la cocción y la cantidad necesaria de productos químicos depende en gran medida de si se va a usar o no un sistema para recuperarlos. En caso positivo, la concentración química puede alcanzar hasta 24 por ciento¹ (sobre el peso del bagazo seco) y se hace una rápida cocción a presiones relativamente bajas. Cuando no se procede a la recuperación de los productos químicos, la concentración química del licor de cocción debe ser mucho menor —por lo general entre 14 y 16 por ciento en el caso de la celulosa blanqueada— a fin de no aumentar los costos de dichos productos.

Con una cocción de unas dos horas a una temperatura máxima de 170° C, y empleando 15 por ciento de soda cáustica, el rendimiento máximo que puede alcanzarse es de aproximadamente 53 a 55 por ciento en celulosa sin blanquear (sobre la base del peso del bagazo seco sin médula), o un rendimiento total de 48 a 50 por ciento en celulosa blanqueada. Esta se usa para la fabricación de papeles finos de escribir y, mezclada con otras pastas, para fabricar papeles de imprenta.

Tratándose de pastas de alto rendimiento, se necesita de 7 a 9 por ciento de productos químicos, en condiciones similares a las que se han descrito antes. Se puede obtener un rendimiento de 70 a 75 por ciento en pasta de buena calidad y adecuada para la fabricación de alma para cartones corrugados y papeles de envolver de calidad inferior.

2) *Procedimiento al sulfato.* En este procedimiento el licor se compone de soda cáustica y sulfuro de sodio, y la cocción se efectúa en condiciones similares a las del procedimiento a la soda. Cuando se recuperan los productos químicos, la pérdida de soda se compensa mediante la adición de sulfato de sodio en lugar de carbonato de sodio o soda cáustica. Una fábrica de celulosa latinoamericana emplea desde hace mucho tiempo y con resultados excelentes este procedimiento modificado —usando soda cáustica y azufre— para elaborar con el bagazo una pasta al sulfato que se utiliza en la fabricación de cartón, cartón forrado, papeles para sacos y envolver, etc.

Con una concentración química total (soda cáustica más sulfuro de sodio) de 14 a 16 horas a 170° C, es posible obtener de 53 a 55 por ciento de celulosa sin blanquear. Para el blanqueo se necesita alrededor de 8 a 9 por ciento de cloro (sobre el peso de la pasta seca), y se obtiene un rendimiento en pasta más o menos de 48 a 50 por ciento.

A semejanza del procedimiento a la soda, el método al sulfato requiere grandes inversiones iniciales de capital en la fábrica. Además, tiene la desventaja de desprender desagradables olores provenientes del ácido sulfúrico, de los mercaptanos, etc.

3) *Procedimiento al sulfito neutro o monosulfito.* En este caso el licor de cocción se prepara con sulfito de sodio y el pH se mantiene constante con la adición de bicarbonato de sodio o soda cáustica.

¹ Puede recuperarse aproximadamente del 80 al 90 por ciento de los productos químicos utilizados.

Para que la cocción se efectúe en las condiciones más favorables debe usarse de 12 a 14 por ciento de monosulfito de sodio y de 3 a 4 por ciento de carbonato de sodio (sobre el peso del bagazo seco desmedulado). La duración normal de la cocción debe ser de dos horas, a una temperatura de 170° C, lo que rinde de un 55 a un 58 por ciento de celulosa sin blanquear. Esta se blanquea con facilidad con un rendimiento cercano al 48 por ciento.

Este procedimiento se diferencia de los métodos alcalinos porque no se ataca la hemicelulosa ni se la elimina con tanta facilidad. En consecuencia se obtienen rendimientos más altos, y aunque las celulosas no son tan resistentes, presentan mejor coloración y no necesitan blanquearse cuando se utilizan para la fabricación de papeles con un grado de blancura de 50°. Estas celulosas blanqueadas se pueden aprovechar por sí solas para fabricar papeles cristal y para grasa. Mezcladas con otras celulosas, suelen emplearse en la fabricación de papeles finos de escribir y de imprenta.

Cuando se desea producir pastas de alto rendimiento para la elaboración de almas para cartón corrugado, cartón para cajas plegadizas, etc., debe utilizarse de 6 a 8 por ciento aproximadamente de sulfito de sodio y cerca de 3 por ciento de carbonato de sodio.

Como sucede con los procedimientos a la soda y al sulfato, la inversión inicial de capital es elevada, pues hay que usar digestores a presión. Además, el sistema de recuperación no se aplica a este procedimiento, por lo que su rentabilidad depende en gran parte del costo de los productos químicos en el mercado local. El mejor exponente comercial del procedimiento al monosulfito para elaborar celulosa blanqueada con bagazo lo constituye la fábrica de la Taiwan Pulp and Paper Corporation, que funciona actualmente en Formosa.

4) *Procedimiento a la soda cáustica-cloro o Celdecor*².

Se trata de un procedimiento continuo en el que en lugar de digestores se emplean torres abiertas alternadas con tanques reguladores (*buffer*). Originalmente fue ideado para aprovechar los productos de una planta electrolítica en la misma proporción en que se fabricaban.

El primer tratamiento para la separación de la lignina se hace con una solución débil de soda cáustica en una torre calentada a vapor, y el material cocido o semipasta resultante puede utilizarse en la fabricación de almas para cartón corrugado, algunas otras clases de cartón y papel de envolver. Es posible obtener rendimientos de 65 a 75 por ciento (sobre el peso del bagazo seco desmedulado).

Para la elaboración de pasta blanqueada se lava el material cocido, se prensa hasta que quede con una consistencia aproximada de 30 por ciento y en seguida se desmenuza en una máquina abridora. Después se pasa por una torre (de 20 a 30 minutos) a la cual se inyecta gas cloro. Terminada la clorinación, la celulosa se somete a un tratamiento con soda cáustica, se depura y finalmente se blanquea con hipoclorito en una o dos etapas. Se obtiene así una celulosa de calidad superior, con un rendimiento aproximado de 45 por ciento.

² Entre las últimas modificaciones o innovaciones al procedimiento neutro al sulfito figura el procedimiento Aschaffenburg, ideado por la Aschaffenburg Zellstoffwerke A. G., de Redenfelden, Alemania. De acuerdo con él, el bagazo debe someterse a una prehidrólisis cuidadosa con agua o ácido diluido. Se asegura que su rendimiento en celulosa es de 60 por ciento, con un grado de blancura de 56, antes de la operación de blanqueo. Véanse las notas sobre "Fabricación de papel de diario a base de bagazo".

³ Cellulose Development Corporation, Hatch End, Middlesex, Inglaterra.

El procedimiento a la soda cáustica-cloro presenta ciertas ventajas y desventajas con respecto a los procedimientos corrientes que utilizan digestores a presión. No obstante el consumo relativamente elevado de productos químicos, este procedimiento opera a presiones cercanas a la atmosférica, y gracias a ello puede resultar más baja la inversión inicial de capital.

5) *Procedimiento mecanoquímico*. En este procedimiento ideado por la Northern Utilization Research Branch, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, puede usarse indiferentemente soda cáustica sola o mezclada con sulfuro de sodio como en el procedimiento al sulfato. La lejiación se efectúa en un *hydrapulper* a presión atmosférica y a una temperatura que puede fluctuar entre 98 y 99° C. El *hydrapulper* es un lejiador vertical en el que el material se sujeta a la acción violenta de un rotor con aspas que gira a gran velocidad. Para el procedimiento mecanoquímico debe equiparse con un rotor de mayores dimensiones y un motor más potente que los que se emplean para desmenuzar los desperdicios de papel.

Empleando la misma cantidad de productos químicos, en el procedimiento mecanoquímico la cocción debe durar más o menos una hora a una temperatura que fluctúa entre 98 y 99° C, en comparación con las dos horas a 170° C que tarda en los digestores comunes a presión. Además, se asegura que el rendimiento en celulosa del procedimiento mecanoquímico a la soda y al sulfato para tratar el bagazo excede en 6 a 8 por ciento al obtenido mediante la cocción en los digestores a presión empleados en otros procedimientos.

Cuando se usa este método en la elaboración de celulosa para blanquear, a base de bagazo desmedulado, las necesidades de productos químicos son de 14 a 16 por ciento del peso de la materia prima seca. Su rendimiento en celulosa sin blanquear es casi de 60 por ciento y superior al 50 por ciento en el caso de la celulosa blanqueada. Tratándose de pasta para cartón, se requiere de 7 a 9 por ciento de productos químicos y es posible obtener un rendimiento hasta de 75 por ciento.

Las celulosas sin blanquear pueden usarse en la fabricación de revestimiento para cartón corrugado de calidad superior o papeles corrientes de envolver, en tanto que las celulosas blanqueadas se emplean en la fabricación de una gran variedad de papeles finos. Sin embargo, se aprovecha mejor mezclada con otras celulosas.

Este procedimiento es de fácil regulación y muy rápido. La gran resistencia de la celulosa resultante se atribuye al hecho de que en las condiciones moderadas bajo las cuales se trata la materia prima, la degradación de la celulosa y la hemicelulosa es menor que con la cocción a presión.

c) Separación de la médula

La cantidad de células parenquimatosas o médula que contiene el bagazo cambia según la variedad de la caña y el lugar donde se cultiva y, conforme indica el cuadro 8,¹ puede representar hasta un 30 por ciento o más del bagazo.

Debido a que la estructura física de la médula y de la fibra difieren totalmente, los productos químicos que se emplean en la cocción la atacan de manera diferente, o sea en forma más rápida, con lo que aumenta el consumo de productos químicos. Además, la médula contiene en gran proporción azúcares residuales y otras materias solubles que quedan en el bagazo, y que también son atacadas por los productos químicos, lo que aumenta el consumo de éstos.

Además de este último inconveniente y de producir falta de uniformidad en las operaciones de la elaboración de celulosa, la presencia de la médula:

- 1) dificulta la filtración y el lavado de la celulosa;
- 2) dificulta el desgotamiento de la pasta en la tela de la máquina;
- 3) contribuye a que la pasta se pegue en los rodillos de la máquina;
- 4) dificulta la operación de blanqueo debido a las impurezas adheridas a su superficie.

En general, la presencia de médula hace que la celulosa sea inadecuada para la fabricación de productos de calidad superior y disminuye la velocidad de la máquina papelerera.

El Dr. Joseph E. Atchison describe² algunas investigaciones de interés llevadas a cabo por la Taiwan Pulp and Paper Corporation, en Formosa, con el fin de determinar los efectos que produce dejar médula en proporciones variables en el bagazo destinado a la elaboración de celulosa. Los resultados obtenidos en las pruebas que se hicieron con este fin, son los que siguen:

- a) la resistencia de la celulosa fue aumentando a medida que se extrajo la médula (antes de la lejiación), característica que se intensificó notablemente después de eliminada la primera mitad;
- b) cuando se empleó bagazo entero, sólo se obtuvo un rendimiento de 37 por ciento frente al 50 por ciento que se registró cuando se extrajo la médula parcial o totalmente;

¹ Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.2 *Factores económicos y de otra índole que deben considerarse al aprovechar el bagazo como materia prima en la fabricación de papel y cartón*, por E. C. Lathrop.

² Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.6: *Factores que influyen en la selección de los procedimientos y del equipo para la fabricación de celulosa a base de bagazo*, por Joseph Atchison.

Cuadro 8

ANÁLISIS FÍSICO APROXIMADO DE VARIAS MUESTRAS DE BAGAZO ENTERO (Porcientos)

	Variedad Florida F.31-962 (1952)	Variedad Florida Cl. 41-223 (1952)	Louisiana Thibodaux almacenada (1952)	Variedad Hawaiana 8560 (1952)	Puerto Rico Aguirre (1951-52)	Islas Filipinas Negros (1952)
Fibra	58,0	60,7	64,4	60,5	60,1	68,6
Médula	22,8	24,3	25,2	32,9	25,5	23,8
Solubles, impurezas y pérdidas	19,2	15,0	10,4	6,6	14,4	7,6

c) al emplear bagazo entero, las necesidades de productos químicos para el blanqueo fueron exorbitantes (30 por ciento de cloro total sobre el peso de la pasta) pero cuando se separó toda la médula bajaron a 5 por ciento.

Sin embargo, cabe señalar que estos resultados —que se refieren a las ventajas e inconvenientes de desmedular el bagazo— no coinciden con los obtenidos en las investigaciones realizadas por Celulosa Argentina¹. Sin embargo, aunque algunas fábricas elaboran productos de calidades inferiores con bagazo sin desmedular, el criterio reinante coincide en la conveniencia de eliminar parte de la médula si se desea que la máquina papelera trabaje mejor y que se obtenga un producto de calidad superior. La mayoría de los técnicos en la materia sostienen que sólo utilizando fibra de bagazo a la que se haya extraído la mayor cantidad posible de médula se obtienen resultados óptimos, tanto en el funcionamiento de la máquina de papel como en la calidad del producto obtenido, y un menor consumo de productos químicos por tonelada de celulosa producida.

Existen dos procedimientos generales para extraer la médula; se conocen comúnmente con el nombre de procedimientos seco y húmedo. El primero consiste en hacer pasar los fardos por un equipo triturador especial y en seguida por un cernedor. Las proporciones relativas de fibra y médula que se extraen dependen del tipo de equipo y de las prácticas de operación que se empleen. Este procedimiento tiene la ventaja de separar la médula seca, que, por lo tanto, puede transportarse directamente a la planta de calderas de la fábrica.

En cuanto al procedimiento húmedo existen dos máquinas que separan y extraen con gran eficacia la médula de la fibra:

a) el *hydropulper* y

b) el molino de fricción o refinador de un solo disco. Según la experiencia adquirida por la Northern Utilization Research Branch, de Peoria, Illinois,² el *hydropulper* sirve mejor para separar la médula del bagazo seco, ya enfardado; en cambio, el molino de fricción de un solo disco se adapta mejor para tratar el bagazo húmedo que viene directamente del ingenio.

Un industrial mexicano ha ideado hace poco un procedimiento de especial interés para separar la médula.³ El equipo que se usa es de gran capacidad; su construcción es relativamente barata, consume poca energía y requiere muy poco servicio de mantenimiento. Además, se le atribuye la ventaja de servir para desmedular el bagazo cuando está húmedo, tal como sale del ingenio, o seco, proveniente de los fardos.

Las opiniones se dividen respecto al lugar en que resulta más conveniente y económico efectuar las operaciones de separación de la médula. Según el Dr. E. C. Lathrop, desde el punto de vista de los costos y del aprovechamiento de la médula, es más conveniente realizar esta operación en el mismo ingenio, mientras se efectúa la molienda. En tal caso se puede recuperar hasta dos tercios del azúcar que queda en el bagazo, se mejora la calidad de éste al quedar

¹ Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.8: *Realización industrial argentina en la fabricación de celulosa a base de bagazo*, por Celulosa Argentina, S. A. El estudio citado de la firma Aschaffenburg sostiene que en este sentido las consecuencias de no desmedular el bagazo no son tan graves como suele creerse.

² Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.2: *Factores económicos y de otra índole que deben considerarse al aprovechar el bagazo como materia prima en la fabricación de papel y cartón*, por E. C. Lathrop.

³ El Sr. Dante Cusi, Director de la Compañía Industrial de San Cristóbal, S. A.

convertido en fibra y médula limpias y, en consecuencia, pueden aprovecharse al máximo estos productos.

El costo de extracción de la médula y las ventajas derivadas de esta operación dependen de una serie de factores. En algunos casos puede ser necesario encontrar un buen mercado para la médula con el fin de cubrir el costo de las operaciones de separación.

Uno de los usos que cabe darle es el de combustible en la planta de calderas; su poder calorífico es sólo ligeramente inferior al del bagazo entero. En uno de sus trabajos, el Dr. E. C. Lathrop describe en forma por demás detallada algunos de los trabajos realizados y los distintos usos a que puede destinarse la médula, además de como combustible. La médula, en sí misma, es muy absorbente; tal vez su mejor ejemplo de aprovechamiento útil es como forraje, para lo que se la prepara mezclándola con melazas. En efecto, esta solución parece ofrecer grandes perspectivas para dar salida tanto a la médula como a las melazas y merece, por tanto, que se le dedique mayor atención.

Por último, cabe mencionar las interesantes posibilidades sugeridas por Wells y Atchison⁴ para aprovechar la médula una vez separada, en la fabricación de los mismos papeles que se hacen a base de fibra de bagazo.

d) *Fabricación de papel de diario a base de bagazo*

Sería equivocado terminar este breve análisis de algunos de los problemas relacionados con la elaboración de celulosa a base de bagazo sin mencionar las posibilidades que existen de fabricar papel de diario con esta materia prima. Se ha escrito mucho sobre este tema, tanto en las publicaciones técnicas como en las de carácter general. Se han efectuado numerosos ensayos, se han publicado los resultados y todo se ha discutido ampliamente. La polémica no ha terminado aún y se considera que sería muy prematuro llegar ahora a cualquier conclusión.

Mucho depende de la aceptación que se le atribuya al concepto "papel de diario". Ya es un hecho bien conocido que a base de bagazo se puede fabricar papel para la impresión de periódicos. La fábrica subsidiaria de W. R. Grace Company, situada en Paramonga, Perú, logró este cometido, aunque sólo en escala reducida, y se han impreso periódicos a base de la celulosa elaborada mediante el procedimiento Aschaffenburg, aunque —según se entiende— no en rotativas de alta velocidad.

Sin embargo, todavía no se sabe a ciencia cierta si el papel de diario fabricado a base de bagazo puede entrar a competir comercialmente, tanto en precio como en calidad, con el artículo de uso común aceptado universalmente por el comercio actual. El papel de diario corriente es uno de los más baratos —en verdad el precio es de importancia primordial— y se fabrica con pasta mecánica a la que se añade de 15 a 20 por ciento de pasta química para que adquiera la resistencia necesaria. A la pasta mecánica se deben principalmente sus características de opacidad, absorción de la tinta, suavidad y voluminosidad.

Cuando los troncos de madera se desfibran presionándolos contra una piedra giratoria, según el procedimiento mecánico, el rendimiento medio en pasta es aproximadamente de 95 por ciento; quedan eliminadas las pérdidas cuantiosas que se registran en la cocción por procedimientos químicos. Al elaborar pastas adecuadas para la fabricación de papel, el bagazo debe tratarse químicamente

⁴ S. D. Wells y J. E. Atchison, "Elaboración de celulosa a base de la fibra del bagazo de la caña de azúcar", *Paper Trade Journal*, 111 (13), 24 marzo 1941.

te; el resultado es que se obtienen rendimientos más bajos. Sin embargo, según los adelantos últimos en el tratamiento del bagazo, que se refieren en especial a la adopción de la prehidrólisis, pueden alcanzarse rendimientos más altos y un mayor grado de blancura sin necesidad, en este último caso, de tener que recurrir cada vez a la operación de blanqueo.

Entre los adelantos recién mencionados deben señalarse los procedimientos de la Roza y el Aschaffenburg. El primero emplea una hidrólisis con vapor, seguida de una cocción similar a la del procedimiento al sulfato, pero requiere blanqueo para satisfacer las especificaciones del papel de diario. En el procedimiento Aschaffenburg¹ la prehidrólisis se efectúa cuidadosamente con agua o ácido diluido, seguida de una cocción al sulfito neutro; en este caso el blanqueo no es necesario. Lo que antecede puede considerarse como un gran adelanto, que indica la posibilidad de fabricar un papel de diario comercialmente aceptable a base de bagazo. Se han realizado ya muchas pruebas de carácter comercial con resultados muy halagadores en la impresión.

La pasta química elaborada a base de bagazo puede usarse para reemplazar la fracción de pasta química que se usa ahora para elaborar el papel de diario, o sea, ese 15 a 20 por ciento que se emplea normalmente. Pero seguirá reteniendo la atención de todos lo que es problema fundamental, a saber, la sustitución de la fracción de pasta mecánica, o sea la fabricación, solo con bagazo, de un papel de diario que posea las características esenciales para poderlo imprimir, que tenga la suficiente resistencia para pasar por las modernas rotativas de alta velocidad y, sobre todo, que por su bajo costo pueda competir con el papel de diario común.

5. LOS SEIS ESTUDIOS ESPECIALES

Como parte de los trabajos preparatorios de esta Junta se acordó realizar un estudio sobre las posibilidades de establecer en América Latina nuevas industrias de papel y celulosa a base de bagazo, o de ampliar las existentes. La Secretaría de la CEPAL fue asesorada a este fin por el ingeniero Jorge Guerra,² quien tuvo a su cargo los trabajos de campo en la Argentina, el Brasil, México y el Perú, cuatro de los cinco países de la región³ en que ya existen fábricas que elaboran el bagazo, y también en otros dos países —Cuba y Venezuela— que son centros productores de azúcar.

El objeto de este estudio era recoger informaciones sobre la producción normal de bagazo y tratar de aclarar los problemas de la liberación del bagazo para fabricar papel; también abarcaba una investigación preliminar sobre otros aspectos de la fabricación de papel utilizando el bagazo como materia prima (sin incluir una valorización de la estructura y tamaño de los mercados para papel y celulosa)⁴ y por último servía para señalar aquellas regiones que aparentemente ofrecían buenas perspectivas para establecer fábricas de celulosa.

Primero se pensó en utilizar el material reunido para preparar estimaciones sobre las inversiones de producción de

¹ Véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.6.9: *El procedimiento Aschaffenburg para la fabricación de celulosa destinada a papel de diario*, por Rudolf Schepp.

² Designado por el Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba.

³ Más adelante, en el cuadro 1 (VII), se dan detalles de todas las fábricas de papel y celulosa a base de bagazo que existen en América Latina, incluyendo la de Cali, Colombia, sobre la cual se sabe muy poco. Durante el trabajo de campo no se visitó Colombia.

la celulosa y/o el papel en cada uno de los seis países, basándose en el empleo por lo menos de uno de los procedimientos más conocidos para elaborar el bagazo. Por desgracia, no hubo tiempo para completar esta parte del estudio. A causa de ello, como quedó señalado en la introducción, se trata aquí sobre todo de los problemas del abastecimiento de bagazo, y esta sección se dedica a analizar dicho aspecto en los seis países investigados.

En las secciones precedentes se dan a conocer algunas de las conclusiones a que se ha llegado y gran parte del material obtenido se consigna en los anexos, muy especialmente en el VII. En consecuencia, esta sección se limita a hacer un breve resumen de la situación que prevalece en cada uno de los seis países. Como la mayoría de los cuadros básicos son bastante largos, se excluyen de esta sección y se reúnen en el anexo VIII, que le sirve de complemento. Conviene señalar al respecto que dos de los cuadros de dicho anexo —el 5 (VIII), sobre valoración de los excedentes y déficit de bagazo, y el 6 (VIII), sobre disponibilidad de productos químicos, combustible, energía y agua— proporcionan en forma condensada los principales resultados obtenidos en cada país, en tanto que los cuadros 7 (VIII) y 8 (VIII) facilitan la información disponible por lo que toca al costo de los productos químicos, combustible, mano de obra, etc.

a) Argentina

En la provincia de Tucumán se encuentra aproximadamente el 70 por ciento de la caña de azúcar cultivada en la Argentina. La zafra comienza a fines de mayo y termina a principios de octubre. En 1953 su duración media fue de 138 días. En ese año funcionaban 27 ingenios⁵ en la provincia, de un total de 39 que había en todo el país, y la producción media de bagazo fresco se acercaba a 79 mil toneladas, fluctuando entre 48.600 en el caso de los ingenios más pequeños y 227.600 en las unidades productoras mayores. Teóricamente, el rendimiento en bagazo de cualquiera de los 27 ingenios sería suficiente para satisfacer las necesidades de materia prima de una fábrica de celulosa de 20 toneladas de capacidad y cada uno de los 5 de mayor tamaño podrían abastecer a una de 50 toneladas. Sin embargo, prácticamente, en todos los casos habría que proceder a liberar el bagazo para la fabricación de papel sustituyéndolo por otro combustible, pues además del bagazo que producen —y que en la actualidad consumen como combustible—, todos los ingenios queman también leña⁶ (10 de ellos consumen además petróleo).

De esos ingenios, 16 cuentan con refinерías propias, 17 producen alcohol y algunos combinan ambos procedimientos. Son muy limitadas las posibilidades de liberar el bagazo para fabricar papel mediante un método distinto al de su reemplazo por otro combustible; el ingenio "Concepción", cuya producción de bagazo (en 1953) fue de 227.600 toneladas, es el único en que podría obtenerse bastante cantidad (de 20 a 25 por ciento de excedente) para abastecer a una fábrica de 20 toneladas de capacidad.

Aunque situado a 900 kilómetros de Buenos Aires, Tucumán está unido a la capital federal por una eficiente red ferroviaria y cuenta además con ramales locales que satisfacen sus necesidades internas.

El río Marapa, junto al cual se encuentran algunos de

⁴ El tema ha sido estudiado a fondo en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.2.0: *Consumo, producción y comercio de papel y celulosa en América Latina*, de la Secretaría.

⁵ Véase *infra*, cuadro 2 (VIII).

⁶ Proveniente de la provincia vecina de Santiago del Estero.

los ingenios actuales, proporcionaría la fuente de abastecimiento de agua más adecuada para una fábrica de celulosa. Además, el gobierno proyecta construir, dentro de 3 a 4 años, una presa para regulación de caudales e irrigación.

b) Brasil

Durante los últimos años aproximadamente el 30 por ciento de la producción total de azúcar del Brasil ha provenido de toda la región del estado de São Paulo,¹ relativamente cercana a los grandes centros de población de Río de Janeiro y de la propia capital del estado.

En 1953, el estado de São Paulo contaba con 99 ingenios² activos (incluyendo uno que sólo producía alcohol), cuya producción media de bagazo era de 21.300 toneladas; fluctuaban entre 500 toneladas en las unidades de capacidad menor y 110 mil en los establecimientos más grandes. El tamaño relativamente pequeño de las unidades haría necesaria la sustitución del bagazo por otro combustible si se deseara liberar esta materia prima para abastecer a una fábrica de celulosa de 20 toneladas de capacidad. Aun en tal caso, sólo 15 de los 97 ingenios podrían proporcionar por sí solos la cantidad de materia prima necesaria, y sólo 3 harían frente en forma apropiada —o, tal vez, en exceso— a las necesidades de bagazo de una fábrica de celulosa de 50 toneladas de capacidad.

En otro lugar de este estudio se han analizado las posibilidades de explotar ingenios que solo fabrican alcohol del jugo de la caña de azúcar, así como la forma en que podrían obtenerse fácilmente excedentes de bagazo en estas condiciones. Conviene señalar al respecto que si el gobierno estimula la producción de alcohol, más de 30 ingenios estarían en situación —al producir sólo ese artículo— de crear excedentes de bagazo en la proporción necesaria para abastecer a una fábrica de pasta de 20 toneladas de capacidad.

Por lo que toca a los medios de comunicación, cabe señalar que la parte central del estado está bien conectada con São Paulo y otros centros de población por los ferrocarriles Paulista y Sorocabana. En cuanto al abastecimiento de agua, no constituiría problema, pues varios grandes ríos atraviesan la región.

c) Cuba

En este estudio se dedica atención especial a la posibilidad de instalar una fábrica de papel y celulosa en la región septentrional de la provincia de Camagüey, servida por el Ferrocarril del Norte de Cuba.

La producción de bagazo de 7 ingenios grandes³ situados en esta región alcanzó, en 1953, un promedio de 148 mil toneladas; las cifras fluctuaban entre 83 mil en los más pequeños y 247 mil en las unidades más grandes. Considerando que pudieran contar con un excedente de 20 por ciento de su producción de bagazo, por lo menos 2 de los ingenios podrían satisfacer individualmente las necesidades de materia prima de una fábrica de pasta de 20 toneladas de capacidad. Esta afirmación es también válida con respecto al 20 por ciento de excedente resultante de la combinación de dos ingenios cualesquiera de los restantes. La sustitución parcial o total del bagazo como combustible, en cualquiera de ellos, liberaría cantidad suficiente de esta materia prima para abastecer una fábrica de celulosa de

¹ Especialmente dentro de un radio de unos 200 kilómetros de la ciudad de São Paulo.

² Véase *infra*, cuadro 3 (VIII).

³ Véase *infra*, cuadro 4 (VIII).

50 toneladas de capacidad, y en el caso de los centrales más grandes, la sustitución total proporcionaría bastante bagazo para elaborar 135 toneladas diarias de celulosa.

El Ferrocarril del Norte de Cuba está unido a la red ferroviaria cubana y la distancia media de cada uno de los 7 ingenios al puerto común de embarque de Nuevitás es de 117 kilómetros.

El abastecimiento de agua constituiría un problema grave y en cualquier ubicación que se escogiera tendría que provenir de pozos.

d) México

Como el 40 por ciento del azúcar que se produce en el país proviene de la región del estado de Veracruz, situado en la costa del Golfo de México, en el presente estudio se ha concentrado la atención en esta zona.

Los 27 ingenios que existen en ella tienen una producción anual media de bagazo que alcanza a las 34 mil toneladas; las cifras fluctúan entre 1.500 toneladas en los centrales más pequeños y 270 mil en los más grandes. Aun transformando sus instalaciones para quemar petróleo, sólo 4 de estos ingenios⁴ liberarían bastante cantidad de bagazo para abastecer a una fábrica de 20 toneladas de capacidad. Sin embargo, el más grande de ellos podría suministrar materia prima suficiente para hacer frente a las necesidades de una fábrica de celulosa de 150 toneladas diarias de capacidad reemplazando su combustible por petróleo; aun sin recurrir a esta transformación, si se hicieran economías para liberar un 20 por ciento del bagazo, éste bastaría a abastecer una fábrica de 30 toneladas de capacidad.

En general, la zona posee buenos medios de comunicación —ferroviarios y carreteros— con la ciudad de México y los puertos de Veracruz y Puerto México. La región está abastecida por tres refinerías de petróleo —en Tampico, Tuxpan y Minatitlán— y existen ferrocarriles que, atravesando el Istmo de Tehuantepec, llegan hasta los “domos” de azufre recientemente descubiertos en la costa del Pacífico.

En algunas localidades puede extraerse agua de los ríos y, según se afirma, existen también abundantes corrientes subterráneas.

e) Perú

La caña de azúcar se cultiva en el Perú en valles situados en la costa, generalmente separados unos de otros, y no en una sola región agrícola, extensa y continua. Seis de los siete valles más importantes están situados al norte de Lima y el séptimo bastante al sur de ella. Por desgracia, las estadísticas de producción que fue posible obtener correspondían a *valles individuales* (que en un caso comprendían hasta 5 ingenios) y no a cada central por separado. En consecuencia, en las notas que siguen se considera a los valles como *unidades* productoras de bagazo.

La producción de bagazo correspondiente a los siete valles⁵ alcanzó, en 1952, un término medio de 73 mil toneladas; las cifras fluctuaban entre 7 mil en las unidades más pequeñas y 540 mil en las más grandes. Suponiendo que las instalaciones de las fábricas se transformaran para poder quemar un combustible sucedáneo del bagazo, la producción de esa materia prima en cada uno de tres valles sería suficiente para abastecer una fábrica de celu-

⁴ Cuatrotolapan, San Cristóbal, Motzorongo y El Potrero.

⁵ Con un total de 15 ingenios.

losa con capacidad máxima de 50 toneladas por día. Un cuarto valle también podría hacer frente a las necesidades de una planta de 25 toneladas de capacidad. El promedio de duración de la zafra en el Perú llega aproximadamente a diez meses; por lo tanto, es fácil imaginar las economías que se obtendrían fabricando papel y celulosa a base del bagazo fresco proveniente directamente del ingenio, con un gasto mínimo por concepto de enfiardaje, en vez de utilizar el bagazo ya enfiardado.

El agua es muy escasa en los valles de la costa y la que proviene de los ríos y pozos se aprovecha para la irrigación de los campos de caña de azúcar y otros cultivos que se trabajan en forma intensiva. Como puede inferirse, el problema del abastecimiento de agua para las fábricas de celulosa presenta caracteres de gravedad en esta región.

Los valles están comunicados principalmente por medio de carreteras, y son grandes las distancias que separan los centros consumidores y los productores. Sin embargo existen pequeños puertos accesibles desde algunos valles por tramos cortos de carretera.

f) Venezuela

La producción de azúcar en Venezuela es la más pequeña de los seis países en que se realizaron trabajos de campo. Numerosos centrales son de poca capacidad, se encuentran muy diseminados, funcionan de manera bastante primitiva y producen un azúcar de tipo tradicional en vez de las calidades comunes del azúcar.

No deben tomarse en cuenta estas unidades desde el punto de vista del abastecimiento de bagazo para la fabricación de papel. Son muy escasas las instalaciones de tipo moderno cuya capacidad fluctúa entre media y alta. Sin embargo, gracias a la política gubernamental de estimular la producción de azúcar, se está ampliando uno de los actuales ingenios, y existen 5 más en diversos grados de adelanto; se proyecta terminar el programa completo en 1956-58. Además, la ampliación de otro de los centrales está prevista para un futuro cercano.

Tres de los cinco proyectos de ingenios azucareros —el de Mototán, en el estado Trujillo, el de Cumanacoa, en Sucre y el Urena, en Táchira— están situados en regiones apartadas y que cuentan con escasos medios de comunicación. En la región central del país, que comprende los estados Aragua, Carabobo, Lara y Yaracuy, son buenas las redes camineras y razonables las distancias entre los centros productores y consumidores.

La producción actual de bagazo de cada uno de los centrales en funcionamiento más apartados bastaría para hacer frente —mediante la sustitución del bagazo por otro combustible— a las necesidades de esta materia prima de una fábrica de celulosa de 25 toneladas diarias de capacidad. Uno de ellos estaría en condiciones de abastecer una fábrica de 40 toneladas. Dos de estos ingenios proyectan aumentar su producción en 1955, de manera que podrían abastecer una fábrica de celulosa de 40 y de 50 toneladas de capacidad, respectivamente, suponiendo que quemaran petróleo en vez de bagazo.

Por lo que toca a los dos proyectos de ingenios azucareros que se están instalando en la zona central del país, se espera que en 1956 podrán abastecer —sustituyendo su combustible— una fábrica de celulosa de 40 toneladas de capacidad, con ligeros aumentos en los años siguientes.

Si se consideran estas cinco instalaciones —3 funcionando y 2 en construcción— desde el punto de vista del suministro de agua, la situación es la siguiente: una, situada

a orillas del lago Valencia, cuenta con abundante agua; otras tres están situadas respectivamente a orillas o en las proximidades de los ríos Yaritagua, Turbió y Tocuyo, que al parecer poseen el caudal suficiente para abastecer con regularidad durante todo el año a fábricas de papel y celulosa de tamaño medio; la quinta está situada en un valle estrecho en el que parece no existir suficiente agua¹.

6. CONCLUSIONES GENERALES

1) Las necesidades anuales de bagazo fresco (con 50 por ciento de humedad) de una fábrica de celulosa de 20 toneladas diarias de capacidad alcanzan aproximadamente a 36 mil toneladas o, *grosso modo*, a 6 de bagazo fresco por cada una de celulosa elaborada. Una fábrica de celulosa con una capacidad diaria de 50 toneladas necesitaría 90 mil de bagazo fresco por año.

2) Considerando que el bagazo se emplea actualmente como combustible en los ingenios, a fin de crear excedentes de esta materia prima destinadas a la elaboración de celulosa será necesario adoptar medidas para economizar combustible, o bien sustituir el bagazo por otro combustible.

3) La primera medida puede liberar cantidades apreciables de bagazo, pero éstas dependerán del tipo de operación del ingenio y del grado de eficiencia térmica ya alcanzado. Aunque se obtengan los mejores resultados, las economías no excederán del 20 al 30 por ciento del bagazo producido. Por otro lado, las medidas a adoptar no son demasiado onerosas y pueden aplicarse aislada o conjuntamente.

4) La segunda medida —o sea el uso de un combustible sucedáneo del bagazo— liberará todo el material producido. Sin embargo, exigirá comparativamente inversiones mayores en la transformación de las instalaciones de la caldera, etc.

5) No obstante, la amortización de esas inversiones no constituye el elemento principal del "costo de sustitución" del bagazo; el factor determinante es el precio del petróleo, único combustible que puede reemplazarlo en América Latina. La conveniencia del costo del bagazo como materia prima para la fabricación de celulosa depende de que exista una fuente adecuada y barata de abastecimiento de petróleo.

6) La práctica que debe adoptarse para liberar el bagazo destinado a la fabricación de celulosa al costo más bajo posible —siendo iguales todas las demás condiciones— consiste en obtener toda esta materia prima de un solo ingenio. La estación de enfiardado podrá funcionar de esta manera con toda eficacia y se aprovechará al máximo el capital invertido en la conversión de las calderas o en mejoras en el ingenio.

7) Se logrará disminuir más aún el costo del bagazo si la fábrica de celulosa se instala en las cercanías del ingenio, en cuyo caso los costos de transporte se reducirán al mínimo.

8) La integración de las actividades de la fábrica de celulosa con las del ingenio permitirá utilizar directamente el bagazo fresco durante la temporada de molienda, lo que constituye una gran economía. Si se trabaja sólo parcialmente con bagazo fresco, será necesario recurrir a procedimientos húmedos para extraer la médula.

9) Cuando se trata de ingenios de capacidad relativamente pequeña, que sólo producen alcohol, los excedentes de bagazo fluctúan entre 40 y 50 por ciento. Sin embargo, si se tiene en cuenta la política que actualmente siguen los gobiernos latinoamericanos en relación con la producción

¹ En operación los ingenios de Tacarigua, Santa Teresa y Matilde, y en construcción los de Tocuyo y Río Turbio.

de alcohol, este procedimiento "posible" para liberar bagazo puede aplicarse sólo al Brasil.

10) Del 20 al 30 por ciento de excedentes de bagazo sólo pueden obtenerse en los ingenios de capacidad más bien grande y que no refinan azúcar. Los mayores ingenios cubanos de azúcar crudo presentan posibilidades muy halagadoras en este sentido. Además, el elevado precio del petróleo en ese país impide pensar en la liberación del bagazo por el empleo de otro combustible.

11) En los centrales que cuentan con su propia refinería o planta destiladora, o con ambas, los excedentes de bagazo son pequeños o nulos. La única manera de liberar cantidades importantes de bagazo para la fabricación de papel sería reemplazar este combustible por otro apropiado. Esta práctica encontraría un ambiente propicio en aquellos países —como México, el Perú y Venezuela— en que es bajo el costo del petróleo.

12) En la Argentina, donde el petróleo es caro y los ingenios azucareros son relativamente pequeños (suelen comprender una refinería o una planta destiladora o ambas a la vez), el problema de liberar bagazo en forma económica

para fabricar papel presenta características diferentes y es de solución más difícil. Existen dos posibilidades: a) destinar la producción de los ingenios pequeños a la fabricación de azúcar sin refinar, reuniendo los pequeños excedentes de bagazo que resulten, o b) estimular la producción de "alcohol sólo", con lo que se lograría obtener grandes excedentes de las instalaciones actuales.

En resumen, es evidente que las limitaciones impuestas por el uso regular y lógico del bagazo como combustible en los ingenios y los costos de su liberación para fabricar papel —ya sea creando excedentes (mediante mejoras en las operaciones del ingenio) o recurriendo a la sustitución de esta materia prima por otro combustible— conducen a la conclusión de que la contribución de esta materia prima a la industria de celulosa latinoamericana se reducirá sobre todo a satisfacer las necesidades locales y especiales; sólo puede contribuir con una pequeña parte a la expansión industrial requerida. Sin embargo, dentro de estas limitaciones, el bagazo está llamado a desempeñar un papel de gran significación en aquellos países productores de caña de azúcar que carecen de otras materias primas fibrosas.

Anexo I

RELACIONES DE RENDIMIENTO EN EL APROVECHAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

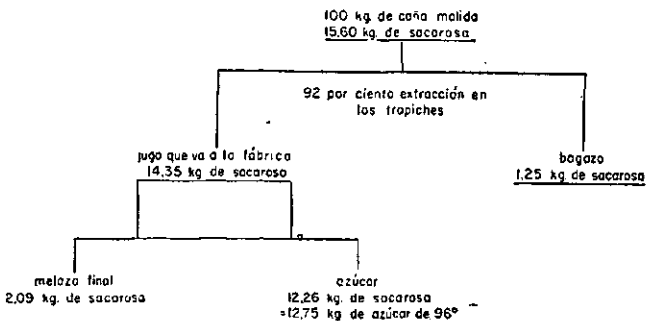
El ejemplo simplificado que se da a continuación ilustra algunas de las relaciones entre los rendimientos de azúcar, bagazo, melazas finales y "alcohol residual" que se obtienen del aprovechamiento de la caña de azúcar. Se basa en las cifras de producción de azúcar crudo y melazas finales que se registraron en Cuba en 1953.

Azúcar producido (expresado como azúcar crudo de 96°):
 34.509.473 sacos¹ = 5.160.000 toneladas, que equivalen a 4.960.000 toneladas de sacarosa pura (100 por ciento) (1)
 Melaza producida: 278.218.485 galones (Estados Unidos) = 1.510.000 toneladas, que equivalen a 830.000 toneladas de sacarosa (2)

Sumando (1) y (2) se obtiene un total de 5.790.000 toneladas de sacarosa en el jugo de la caña de azúcar que va a la fábrica.

Si se supone un rendimiento de extracción en los trapiches de 92 por ciento de la sacarosa, la caña molida contendrá 6.300.000 toneladas de sacarosa, y el bagazo quedará, por lo tanto, con 510.000 toneladas de sacarosa.

Como el rendimiento comercial en azúcar es de 12,75 kilogramos de azúcar crudo de 96° por cada 100 kilogramos de caña molida, el volumen de esta última, correspondiente a 5.160.000 toneladas de azúcar crudo de 96°, es de 40.400.000 toneladas. La proporción de sacarosa en la caña molida (6.300/40.400.000) será, pues, de 15,6 por ciento.



¹ Un saco pesa 149,5 kilogramos.

Las mencionadas relaciones de peso de la sacarosa contenida en la caña, en el bagazo, en el azúcar y en la melaza quedan ilustradas en el diagrama anterior, en el que las cifras se refieren a 100 kg de caña molida.

La distribución porcentual de la sacarosa contenida en la caña es la siguiente:

		Por ciento
al bagazo	$\frac{1,25}{15,6} \times 100 =$	8,0
al azúcar	$\frac{12,26}{15,6} \times 100 =$	78,6
a las melazas finales	$\frac{2,09}{15,06} \times 100 =$	13,4
al jugo que va a la fábrica	$78,6 + 13,4 =$	92,0

Suponiendo que la caña contenga 13 por ciento de fibra, incluyendo la médula, y el bagazo 50 por ciento de humedad, la composición del bagazo resultante, por cada 100 kg de caña, será:

	kg	Por ciento
fibra en el bagazo	13,00	45,6
sacarosa en el bagazo	1,25	4,4
agua en el bagazo	14,25	50,0
Total	28,50	100,0

Para calcular la cantidad de alcohol obtenible se muele caña sólo para producir alcohol, no debe tomarse como base el rendimiento comercial en azúcar de la caña molida, ya que no existen pérdidas de sacarosa en las melazas finales. Para el cálculo debe usarse el rendimiento en sacarosa del jugo que va a la fábrica. En el ejemplo anterior, la relación entre ambos rendimientos es:

$$\frac{\text{Sacarosa en el jugo que va a la fábrica } 92,0 \text{ por ciento}}{\text{Sacarosa en el azúcar producido } 78,6 \text{ por ciento}} = 1,17$$

No obstante, cuando la caña se muele para producir azúcar o alcohol directamente, es preferible suponer el mismo porcentaje de extracción durante la molienda, es decir, alrededor de 92 por ciento.

Anexo II

DIFERENTES TIPOS DE INSTALACIONES EN LOS INGENIOS AZUCAREROS EN LA ARGENTINA, EL BRASIL, CUBA Y EL PERÚ

Las instalaciones de los ingenios azucareros pueden estar adaptadas para:

1) La exclusiva producción de azúcar crudo como producto final (y de melazas finales como subproducto). Desde el punto de vista de elaboración, éstas son las instalaciones más sencillas y pueden denominarse "ingenios azucareros comunes". Si las condiciones del mercado así lo exigen, tales instalaciones pueden interrumpir su producción normal y producir, en cambio, melazas líquidas de alta gradación (/o melazas líquidas invertidas).

2) La producción de azúcar crudo y su subsecuente refinación. Estas instalaciones pueden denominarse "ingenios con refinería".

Naturalmente, pueden producir azúcar crudo o refinado o ambos en diferentes proporciones, según las condiciones del mercado u otras circunstancias. También pueden refinar azúcar crudo de otros "ingenios comunes". La modalidad de trabajo puede variar de una refinería a otra puesto que existen diversos procedimientos de refinación.

3) La producción de azúcar crudo y la fermentación del azúcar (de las melazas finales obtenidas como subproducto) para producir alcohol. Estas instalaciones pueden denominarse "ingenios con destilería". Nuevamente aquí, en el caso de la producción de alcohol, pueden presentarse prácticas diferentes; el producto final de la fermentación y destilación de las melazas puede ser el aguardiente, el alcohol corriente de 96° o el alcohol absoluto, dos cualesquiera de ellos o hasta los tres en diferentes proporciones, según el tipo de instalación y las condiciones del mercado.

4) Instalaciones en que se combinen los tipos 2) y 3) o, simplemente, "ingenios con refinería y destilería", con las mismas posibilidades que se señalan para tales casos.

5) Un quinto tipo de instalaciones en que no se produce azúcar sino exclusivamente alcohol mediante la fermenta-

ción del azúcar contenido en el jugo que procede directamente de los trapiches. Tales instalaciones pueden denominarse "ingenios que producen solamente alcohol". Las instalaciones de los tipos 3) y 4) también pueden trabajar en esta forma, ya que disponen de trapiches y destilería.

La frecuencia relativa de esos cinco tipos de instalaciones en los diferentes países productores de caña de azúcar depende en gran medida de los factores económicos internos y externos que actúan en cada país:

a) Como la mayor parte del azúcar llega al consumidor final en estado refinado en vez de crudo, la producción de azúcar de caña para los mercados locales internos se inclina principalmente hacia el azúcar refinado.

b) Como una elevada proporción del azúcar colocada en el mercado internacional se vende en estado crudo para ser refinada luego por los países importadores, los exportadores producen sobre todo azúcar crudo. Así, se infiere que, en general:

i) los países no productores pondrán en marcha refinerías "independientes", y

ii) los países productores de caña de azúcar que también importan azúcar refinarán el azúcar crudo importado.

c) Como el consumo de alcohol está estrechamente ligado al tamaño del mercado consumidor y al grado de desarrollo industrial, la producción de alcohol que se extrae, ya sea como "residuo" de las melazas finales en los ingenios azucareros o directamente del jugo de la caña, será relativamente elevada en los países de mayor grado de desarrollo industrial y que poseen un mercado importante de alcohol (siempre, como es natural, que no dispongan de otras fuentes más baratas de alcohol, como el petróleo).

Cuadro 1 (II)

ARGENTINA, BRASIL, CUBA Y PERU: PRODUCCION DE AZUCAR Y ALCOHOL Y NUMERO DE INGENIOS^a

	Argentina ^b	Brasil ^c	Cuba ^d	Perú ^e
Azúcar crudo (miles de toneladas)	276	607	6,518	363
Azúcar refinado (miles de toneladas)	225	95	712	108
Total (miles de toneladas)	501	702	7,230	471
Relación crudo/total	0,55	0,87	0,90	0,77
Relación refinado/total	0,45	0,13	0,10	0,23
Alcohol (miles de litros)	65,077	121,856	6,980	—
Relación alcohol/azúcar total (litros/tonclada)	130	173	0,97	—
Número de ingenios comunes	10	29	143	—
Número de ingenios con refinería	16	23	18	—
Número de ingenios con destilería	17	70	13	—
Relación ingenios comunes/total	0,37	0,29	0,88	—
Relación ingenios con refinería/total	0,59	0,23	0,11	—
Relación ingenios con destilería/total	0,63	0,71	0,08	—

^a Para los fines del cuadro sólo se consideran como "ingenios con refinería" aquellos que efectivamente producían azúcar refinado; consideración análoga se aplica a los "ingenios con destilería". En cuanto al alcohol, sólo se indica el producido en las destilerías de los ingenios azucareros; el producido en las destilerías independientes no se toma en cuenta.

^b La Argentina es prácticamente autosuficiente en azúcar. Datos exclusivos de la provincia de Tucumán, en 1953. Durante ese año, el 88 por ciento de toda la producción azucarera argentina provino de dicha provincia.

^c El Brasil es prácticamente autosuficiente en azúcar. Datos exclusivos

del estado de São Paulo, en 1953. Durante ese año, el 33 por ciento de toda la producción azucarera brasileña provino de dicho estado. (Fuente: Associação de Usineiros de São Paulo.)

^d Cuba es fuerte exportador de azúcar; exporta en promedio el 95 por ciento de su producción. Datos de todo el país para 1952. (Fuente: Anuario azucarero de Cuba, 1953.)

^e El Perú es fuerte exportador de azúcar; exportó el 65 por ciento de su producción en 1952. Datos de todo el país para 1952. (Fuente: Sociedad Nacional Agraria.) No se dispone de datos acerca de la producción de alcohol ni de los tipos de instalaciones en los ingenios azucareros.

d) Como el alcohol (absoluto) puede sustituir en parte a la gasolina (en las mezclas de alcohol y gasolina) para usarlo en los automóviles, la producción de alcohol ("residual" o "directo") de caña de azúcar será relativamente mayor en los países en donde hay escasez de petróleo.

A las anteriores consideraciones económicas, modificadas o reforzadas por medidas gubernamentales especiales, se debe la distribución tan diferente de los cinco tipos de instalaciones en los ingenios azucareros y la distinta proporción en que se elaboran los productos finales de la caña de azúcar en los diversos países. En el cuadro 1 (II) se muestra cómo tales consideraciones han afectado la distribución de los tipos de instalaciones y la proporción de azúcar refinado producido en la Argentina, el Brasil, Cuba y el Perú.

El cuadro es muy incompleto en lo que toca al Brasil y a la Argentina por cuanto sólo se ha incluido el 33 y 88 por ciento, respectivamente, de su producción total de azúcar. Tampoco fue posible obtener datos sobre los tipos de ingenios azucareros del Perú. A pesar de todo, la información contenida en este cuadro refleja las consideraciones expuestas más arriba.

En Cuba, país muy importante como exportador de azúcar, el 88 por ciento de las instalaciones azucareras son "ingenios comunes", en tanto que en Tucumán y São Paulo las cifras correspondientes son 37 y 29 por ciento. El 8 por ciento de los ingenios de Cuba tienen destilerías y en Tucumán y São Paulo los porcentajes respectivos son 63 y 71.

En Cuba, la relación entre alcohol y azúcar producido (equivalente a 0,97 litros de alcohol por tonelada de azúcar producido) disminuye por el efecto combinado de la elevada proporción de sus exportaciones de azúcar, su pequeña población en términos absolutos y un nivel de industrialización relativamente bajo. Tal relación alcanza en la Argentina a 130 litros de alcohol por tonelada de azúcar, ya que el país no es exportador de azúcar, y su población y grado de actividad industrial son mayores. Por último, en el Brasil, que no exporta azúcar, que tiene una población mayor aún y un grado razonable de industrialización y en el que la política gubernamental fomenta la producción de alcohol, la proporción es más elevada todavía, y alcanza a 173 litros de alcohol por tonelada de azúcar producido.

Anexo III

MEDIDAS PARA DISMINUIR LAS NECESIDADES DE COMBUSTIBLE DE LOS INGENIOS AZUCAREROS

En la lista que se da a continuación se resumen, para que sean más útiles, las diversas medidas que pueden tomarse en los ingenios azucareros a fin de reducir las necesidades totales de combustible (ya sea bagazo, combustible adicional, complementario o ambos). La lista se basa fundamentalmente en el documento *Ahorro de bagazo para la fabricación de papel. Consideraciones térmicas*,¹ que debe consultarse si desean mayores detalles, como los de las estimaciones de ahorro de vapor y bagazo.

1) AHORROS EN LA GENERACIÓN DE VAPOR

a) Mejoramiento general de las condiciones de generación de vapor

- i) adopción de medidas para mejorar el control y la regulación de la combustión (indicadores de CO₂, indicadores y controles de tiro, sopladores de hollín, etc.)
- ii) aislamiento de las calderas y de las tuberías principales de distribución del vapor
- iii) aislamiento de las principales tuberías de retorno de los condensadores y de los tanques de alimentación de agua
- iv) adopción de medidas para reducir al mínimo la formación de incrustaciones en las calderas (tratamiento del agua, control de las extracciones de fondo, etc.)

b) Mejoras específicas ("modernización") en la generación de vapor

- i) adopción de tipos de hogar y prácticas de carga modernos

¹ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.3, elaborado conjuntamente por Cellulose Development Corporation, John Thompson Water Tube Boilers Ltd. y diversos fabricantes de azúcar y equipo azucarero (Reino Unido).

- ii) instalación de precalentadores de aire
- iii) instalación de economizadores
- iv) instalación de recalentadores

2) AHORROS EN LA UTILIZACIÓN DEL VAPOR

a) Mejoras generales en la utilización del vapor

- i) aislamiento de las tuberías secundarias de distribución, equipo de fabricación, tanques, intercambiadores de calor, etc.
- ii) instalación de trampas de vapor, si es posible
- iii) acumulación de todo el vapor de escape en un sistema o circuito cerrado y bien aislado
- iv) acumulación de los condensados de agua caliente en un sistema cerrado y bien aislado

b) Mejoras específicas ("modernización") en la utilización del vapor

- i) extracción de vapor, entre los evaporadores, para calentar el jugo
- ii) aumento del número de evaporadores
- iii) circulación y evaporación súbita de los condensados de los primeros evaporadores a los subsiguientes
- iv) instalación de termocompresores
- v) instalación de acumuladores de vapor para responder a los cambios bruscos en su demanda
- vi) disminución del contenido de humedad del bagazo mediante mejoras en los rodillos de descarga de los trapiches.

c) Cambios en los métodos de trabajo

- i) reducción del agua de imbibición
- ii) reducción del agotamiento del azúcar de las mieles y melazas.

Anexo IV

NECESIDADES DE VAPOR DE LOS DISTINTOS TIPOS DE INGENIOS AZUCAREROS

1. INGENIOS QUE PRODUCEN SOLAMENTE AZÚCAR CRUDO

Las necesidades de vapor de los ingenios que producen solamente azúcar crudo (ingenios azucareros comunes) se han calculado como sigue, según las condiciones de generación y consumo del mismo.¹

Tipo de ingenio azucarero	Kilogramos de vapor por tonelada de caña
a) Carente de electricidad, con bombas a vapor de acción directa.	600 - 700
b) Moderno, con un turbogenerador que proporciona corriente eléctrica a todas las máquinas pequeñas y en especial a las bombas; uso cuidadoso del vapor.	500 - 600
c) Con evaporadores de quintuple efecto, extracción de vapor en los evaporadores, termocompresión o evaporación bajo presión; con vapor de alta presión, recalentado.	400 - 500

2. INGENIOS CON REFINERÍAS

En este tipo de instalaciones el vapor para el trabajo adicional de la refinación puede calcularse a base de los datos siguientes:²

"Del azúcar crudo al refinado:

Vapor para el procedimiento } 175 kg. por 100 kg. de azúcar
 Vapor para energía } refinado

El rendimiento en azúcar refinado calculado sobre la base del azúcar crudo de 96° es 93-94 por ciento (con un promedio de 93,5 por ciento).³

Para obtener las necesidades totales de vapor del ingenio, a la cantidad de vapor estimada que se utiliza en la refinación, se debe agregar la que se necesita para la producción de azúcar crudo. Huelga decir que la demanda total de vapor de este tipo de ingenio variará desde un nivel mínimo: cuando por ejemplo no se lleva a cabo la refinación (la refinería no funciona), hasta un nivel máximo: cuando se refina toda la producción azucarera.³

3. INGENIOS CON DESTILERÍA

El vapor necesario para el trabajo adicional de destilar el alcohol puede estimarse a base de lo siguiente:

"De las melazas finales al alcohol:

Vapor: 50 lbs. por galón de alcohol de 95 por ciento = 6,0 kg/litro de alcohol de 95° (G.L.).⁴

Mariller⁵ da la cifra de 5,0 kg. de vapor por litro.

Para los fines del cálculo parece razonable usar el término medio de estos dos valores: 5,5 kg. de vapor por litro.

Esta cifra se aplica a la producción de alcohol de 95°; si se produce aguardiente o alcohol absoluto puede suponerse

¹ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.3: *Ahorro de bagazo para la fabricación de papel. Consideraciones térmicas, op. cit.*

² R. Norris Shreve, *The Chemical Process Industries*, McGraw Hill, Nueva York, 1945.

³ Como es natural, las necesidades de vapor serán mayores aún si la refinería elabora no sólo su propio azúcar crudo sino también el de otros ingenios. Pero como lo que aquí nos interesa es el vapor necesario por tonelada de caña molida, no se ha considerado el caso en cuestión.

⁴ R. Norris Shreve, *loc. cit.*

⁵ Mariller, *Distillerie agricole et industrielle.*

una demanda de vapor menor o mayor, respectivamente, por litro de producto.

4. INGENIOS CON REFINERÍA Y DESTILERÍA

Las necesidades de vapor de este tipo de instalación pueden calcularse de manera muy sencilla, sumando las demandas parciales de vapor para la producción de azúcar crudo, la refinación y la destilación con anterioridad.

5. INGENIOS QUE PRODUCEN SOLAMENTE ALCOHOL

En América Latina hay algunos ingenios que sólo producen alcohol y, por lo que se sabe, todos se encuentran en el Brasil. Al parecer no se han publicado datos sobre las necesidades de vapor de ese tipo de instalaciones. Según la opinión de personas allegadas a la industria brasileña, la cantidad de vapor necesaria para elaborar sólo alcohol es similar a la que se requiere en el caso más común de producción de alcohol con las melazas finales (5,5 kg de vapor por litro de alcohol producido). No se necesita vapor adicional para la molienda o trituración de la caña. Tal opinión concuerda con la importante conclusión general⁶ de que en un ingenio azucarero común "a lo más tres cuartas partes del vapor producido pasa por las unidades generadoras de fuerza". En la producción de alcohol "directo" de jugo de caña, el rendimiento en alcohol por tonelada de caña es tal que con una demanda de vapor de 5,5 kg por tonelada de alcohol producido se tiene prácticamente asegurado el vapor necesario para el funcionamiento de los motores y turbinas a vapor.

Para mayor claridad, consúltese el anexo VI (segundo caso, relativo a ingenios azucareros que producen sólo alcohol del jugo de la caña molida). En ese ejemplo se calcula que el vapor necesario para la destilación es de 410 kg. por tonelada de caña molida.

Las necesidades de vapor de los ingenios azucareros comunes (anexo VI, primer caso), incluyendo el vapor para las unidades motrices de los trapiches, se calculan en 600 kg. por tonelada de caña molida.

Como, a lo más, tres cuartas partes del vapor total necesario en los ingenios azucareros comunes deben pasar por las unidades de fuerza, ello significa que, para hacer funcionar el trapiche y todas las demás unidades movidas a vapor, se necesitan 450 kg. de vapor por tonelada de caña molida.

De la comparación de estas dos cifras de consumo de vapor por tonelada de caña molida: a) 410 kilogramos para la fabricación de alcohol "directo" y b) 450 kilogramos, como máximo, para hacer funcionar *todo* el equipo movido a vapor (unidades de fuerza de los trapiches *más* cualquiera otra unidad de fuerza del ingenio), se infiere que se podrá moler la caña sólo con el vapor de fabricación que demanda la producción de alcohol "directo", sin necesidad de una generación adicional para ese fin.

El ejemplo citado se refiere a un ingenio azucarero anticuado cuya demanda total de vapor es de 600 kg. por tonelada de caña molida. Si se considerara un ingenio moderno, con un consumo total de vapor de unos 500 kg. por tonelada de caña molida, tal conclusión sería más evidente aún.

⁶ Documento ST/ECLA/CONF.4/L.5.3: *Ahorro de bagazo para la fabricación de papel. Consideraciones térmicas, op. cit.*

Anexo V

BAGAZO COMO COMBUSTIBLE: SU CAPACIDAD DE GENERACIÓN DE VAPOR Y SU COMPARACIÓN CON EL PETRÓLEO

La capacidad de generación de vapor que tiene el bagazo, o sea el número de kilogramos de vapor que pueden producirse en la caldera de un ingenio azucarero quemando un kilogramo de bagazo, depende de tres factores principales:

- 1) el poder calorífico superior del bagazo que se quema,
- 2) el rendimiento de la caldera y
- 3) el incremento de entalpía en la caldera (entalpía del vapor que sale de la caldera menos la del agua de alimentación que llega a ella).

El poder calorífico superior del bagazo que se usa como combustible puede calcularse si se conoce su contenido de humedad.

El rendimiento bruto de dos tipos diferentes de caldera (de parrilla escalonada y tipo fogón) con bagazo de distinto contenido de humedad y gases de diversa temperatura puede estimarse a base de los gráficos 1 y 2 del documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.3, ya citado en otras partes de este informe¹. El aumento de entalpía en la caldera puede calcularse consultando tablas comunes de vapor. A modo de ilustración se consigna el ejemplo siguiente:

Suponiendo:

- i) contenido de la humedad del bagazo = 50 por ciento.
- ii) hogar de la caldera = tipo fogón.
- iii) temperatura de los gases de escape = 250° C.
- iv) estado del vapor al salir de la caldera = vapor saturado con una presión absoluta de 10 kg/cm²
- v) temperatura del agua de alimentación que llega a la caldera = 95° C.

Por tanto:

a) poder calorífico superior del bagazo con 50 por ciento de humedad = 2.300 kcal/kg. de bagazo.

b) rendimiento bruto de la caldera, con hogar tipo fogón, bagazo con 50 por ciento de humedad, temperatura de los gases de escape 250° C = 63 por ciento.

$$c) \text{ calor traspasado a la caldera} = \frac{(a) \times (b)}{100} = 2.300 \text{ kcal/kg.}$$

$$\text{de bagazo} \times \frac{63}{100} = 1.449 \text{ kcal/kg. de bagazo}$$

d) aumento de entalpía en la caldera = 569,4 kcal/kg. — que se calcula como la diferencia entre la entalpía del vapor saturado de

10 kg/cm² absoluto (664,4) y la del agua de alimentación 95° C (95) —.

Se obtiene:

$$e) \text{ capacidad de generación de vapor, del bagazo} = \frac{c}{d} = \frac{1.449 \text{ kcal/kg. de bagazo}}{569,4 \text{ kcal/kg. de vapor}} = 2,5$$

O sea que, en las condiciones supuestas, generarán 2,5 kg. de vapor por cada kg. de bagazo quemado (50 por ciento de humedad).

Haciendo referencia nuevamente al valor del bagazo como combustible, es muy fácil calcular la relación de reemplazo por petróleo. A modo de ilustración se presenta el ejemplo siguiente:

Las especificaciones típicas de las calderas que queman bagazo son:

61.000 lbs. de vapor por hora = 27.500 kg./hr.

100 lbs. por pulgada cuadrada (114,7 presión absoluta) = 8,06 kg/cm²

Agua de alimentación a 212° F = 100° C.

Si se supone un consumo de vapor de 60 kg. por tonelada de caña molida (como es el caso de un ingenio anticuado), éste equivale a

$$\frac{27.500}{600} = 45,8 \text{ ton. de caña molida/hora}$$

Si se quema en la caldera toda la producción de bagazo, se consumirán $45,8 \times 0,25 = 11,4$ toneladas de bagazo fresco (50 por ciento de humedad) por hora.

El poder calorífico del bagazo fresco con 50 por ciento de humedad es de 2.300 kcal. por kg. considerando una eficiencia de 58 por ciento para una caldera con hogar tipo fogón,² se obtiene que el aprovechamiento térmico del combustible es de 1.335 kcal. por kg.³

Suponiendo ahora que el poder calorífico superior del petróleo sea de 10.000 kcal. por kg. y el rendimiento de la caldera de 80 por ciento, el aprovechamiento térmico del petróleo combustible será de 8.000 kcal. por kg.

Si el bagazo se sustituye por petróleo y no se introduce ninguna otra mejora al ingenio, 1 tonelada de petróleo combustible reemplazará 6 de bagazo fresco con 50 por ciento de humedad.

Anexo VI

FABRICACIÓN DE AZÚCAR Y ALCOHOL EN EL BRASIL

En este anexo se analiza la proporción en que se muele la caña para producir azúcar y alcohol en todo el Brasil y en el estado de São Paulo. En seguida se hace una evaluación de los excedentes y déficit de bagazo que se producen en los diferentes tipos de ingenios azucareros.

¹ Ahorros de bagazo para la fabricación de papel. Consideraciones térmicas.

² Véase gráfico 1 del documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.3, ya citado. Se aplicó una tolerancia para una pequeña disminución de la eficiencia debida al mayor contenido de humedad.

³ El calor total transmitido a la caldera es de $1.335 \times 11,4 = 15,2$ millones de kcal. por hora, lo que equivale a 27.500 kg. de vapor generado por hora, o sea 554 kcal. por kg. de vapor. En las tablas de vapor (Marks) figuran 557 kcal. En el presente estudio se emplea, por lo tanto, la cifra redondeada de 555 kcal. por kg. de vapor generado.

I. CANTIDADES DE CAÑA MOLIDA PARA PRODUCIR AZÚCAR Y ALCOHOL.

Según informaciones obtenidas del señor Lino Morganti⁴ y de otras fuentes, puede decirse que en el Brasil el rendimiento en azúcar (crudo y refinado) es de unos 10,5 kg. por cada 100 kg. de caña molida exclusivamente para la producción de azúcar, o sea de 10,5 por ciento.

Si se multiplica este rendimiento por la relación

$$\frac{92,0}{78,6} = 1,17$$

entre la sacarosa que el jugo contiene después de la molienda y la contenida en el azúcar, se obtiene que el rendimiento

⁴ Director técnico de la Refinadora Paulista, São Paulo.

Diagrama A (VI)

DISTRIBUCION DE LA CAÑA PARA LA PRODUCCION DE AZUCAR Y ALCOHOL EN TODO EL BRASIL^a

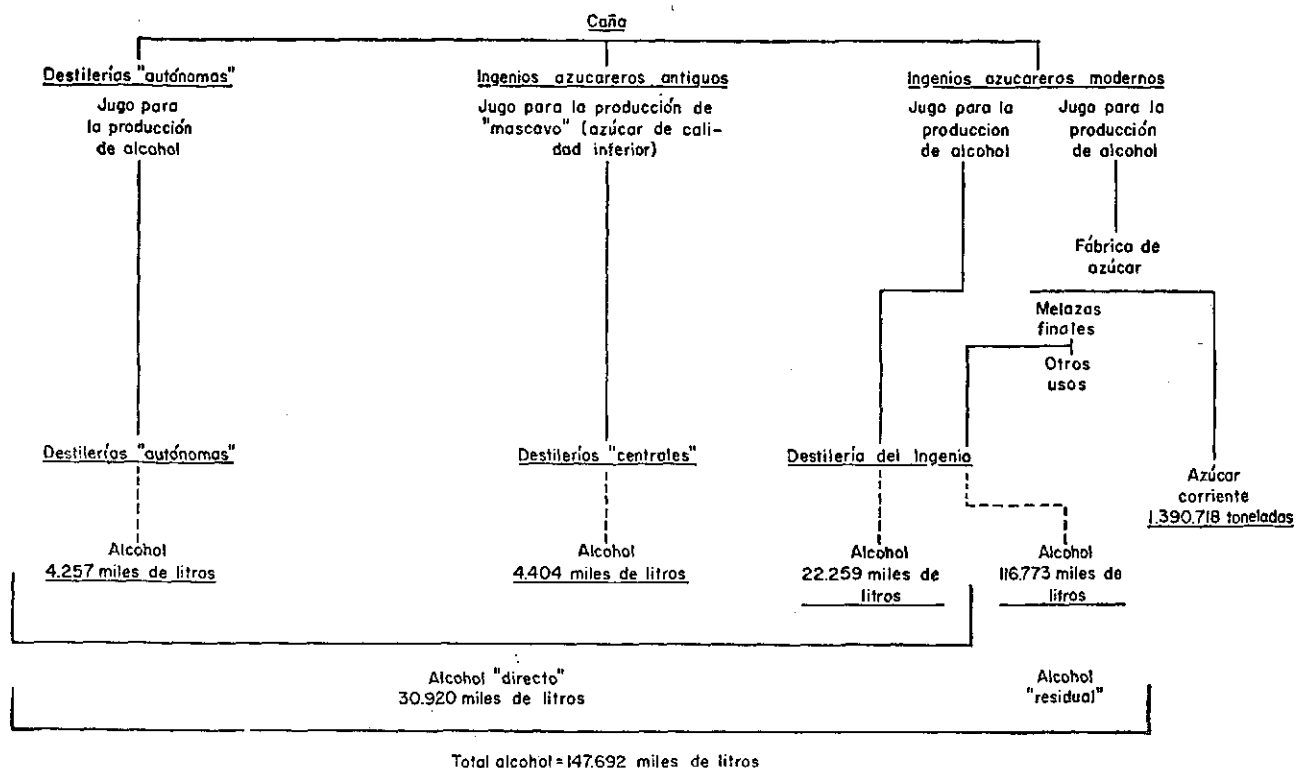
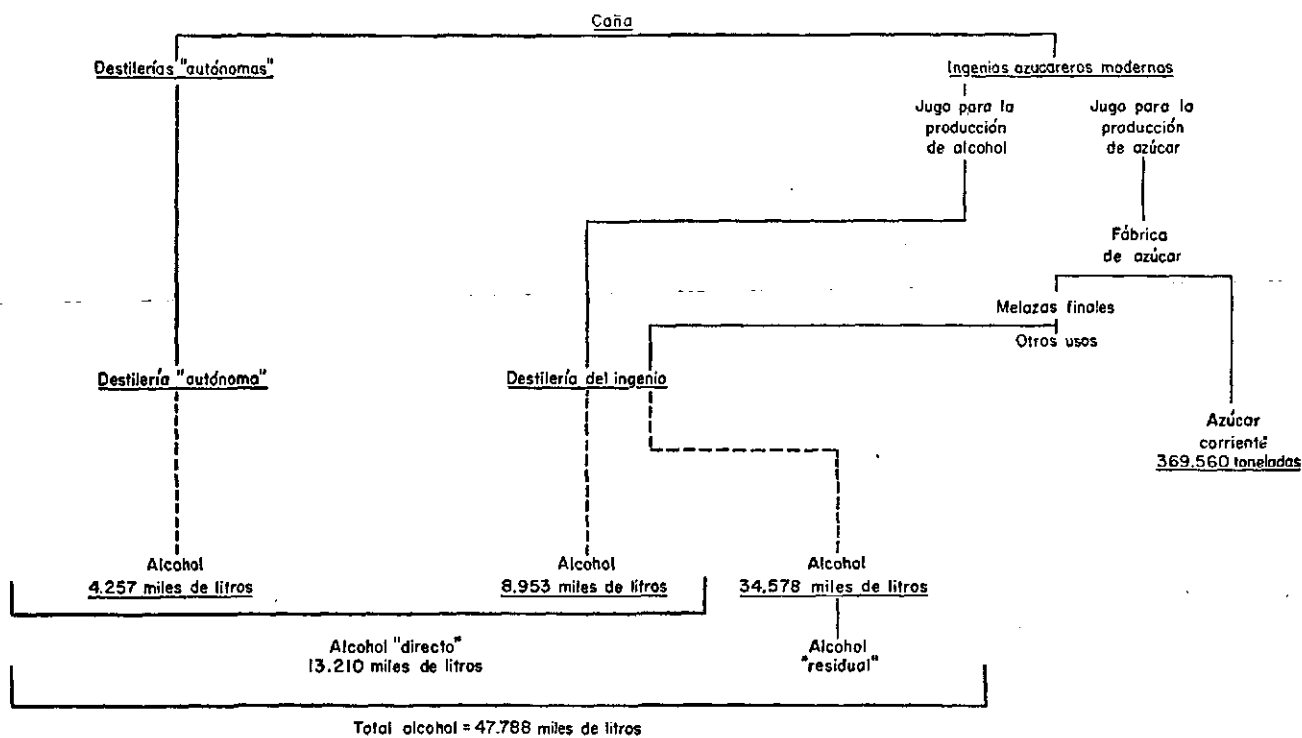


Diagrama B (VI)

DISTRIBUCION DE LA CAÑA PARA LA PRODUCCION DE AZUCAR Y ALCOHOL EN EL ESTADO DE SÃO PAULO^a



^a Cifras promedio para las zafas de 1948/49, 1949/50 y 1950/51.

de la caña en sacarosa es de 12,4 por ciento, o sea 124 kg. de sacarosa por tonelada de caña.

Mariller, en su obra *Distillerie agricole et industrielle*, señala que 100 kg. de azúcar invertida (glucosa) deberían producir teóricamente, 61 litros de alcohol (unos 57 en la práctica).

Los jugos contienen principalmente sacarosa, y 100 kg. de sacarosa deberían producir 105 kg. de azúcar invertido.

Por lo tanto 100 kg. de sacarosa producirían $57 \times \frac{105}{100} = 60$

litros de alcohol. De ahí que una tonelada de caña tenga

que rendir $60 \times \frac{124}{100} = 74,5$ litros de alcohol.

En los diagramas (A y B) se indican, para todo el país y para el estado de São Paulo, respectivamente, las cifras promedio correspondientes a la producción de azúcar, alcohol "residual" y alcohol "directo" en las tres zafras 1948/49, 1949/50 y 1950/51. (Fuente: Moacir Soares Pereira, "Análisis de tres zafras de álcool", *Brasil Açucareiro*, 1953).

Tomando en cuenta los rendimientos en azúcar y alcohol "directo" por tonelada de caña que se dan más arriba, las

	Brasil (todo el país) (Tons de caña molida)	Estado de São Paulo (Tons de caña molida)	
Total de caña molida (años 1948/49, 49/50, 50/51)			
Para el azúcar (toneladas de azúcar)			
0,105	13.150.000		3.520.000
Para la producción de alcohol "directo" en los ingenios (litros de alcohol)	297.000	120.000	
74,5			
Para la producción de alcohol "directo" en las destilerías centrales (litros de alcohol)	59.200	—	
74,5			
Para la producción de alcohol "directo" en las destilerías "autónomas" (litros de alcohol)	57.200	57.200	
74,5	413.400		
Total de caña molida (toneladas)	413.400	177.200	177.200
	13.563.400		3.697.200
	(Por ciento)	(Por ciento)	
Por ciento del total de caña molida (años, 1948/49, 49/50, 50/51)			
Caña molida para producir azúcar	97,0		95,2
Caña molida para producir alcohol "directo":			
en los ingenios azucareros	2,10	3,25	
en las destilerías "centrales"	0,44		
en las destilerías "autónomas"	0,42	1,55	
	3,05	4,80	
	3,0		4,8
Total caña molida (por ciento)	100,0		100,0

cantidades de caña molida (promedio de los tres años mencionados) son las del cuadro anterior:

Las cifras demuestran que se molió sólo del 3 al 5 por ciento del total de la caña para producir alcohol "directo" durante el período en cuestión.

El rendimiento total en azúcar de la caña que para los distintos fines se molió durante estas tres zafras asciende a 10,3 por ciento para todo el país y a 10 por ciento para el estado de São Paulo.

2. TENDENCIAS RECIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

El cuadro 1 (VI) demuestra la relación entre la producción total de alcohol (residual más directo) y azúcar en los

Cuadro 1 (VI)

TENDENCIAS DE LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL EN EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

Año de la zafra	(a) Producción total de alcohol (millones de litros)	(b) Producción de azúcar (millones de toneladas)	(c) Relación litros de alcohol/tonela- da de azúcar
1948/49	48,9	0,348	141
1949/50	42,6	0,357	119
1950/51	50,8	0,404	126
1951/52	63,4	0,486	131
1952/53	82,5	0,565	146
1953/54	121,9	0,702	174

últimos años en el estado de São Paulo. (Fuente: 1948/49, Soares Pereira, *loc. cit.*; para los demás, Associação de Usineiros de São Paulo, Circular N° 110/54.) Se carece de cifras recientes para el Brasil en conjunto.

Se conocen las cifras de la última zafra (1953-54). Si se supone el mismo rendimiento en alcohol residual por tonelada de azúcar

$$\left(\frac{34.578.079}{369.560} = 93,5 \text{ litros} \right)$$

que en las tres zafras ya estudiadas, se obtiene:

a) $\frac{702 \text{ toneladas de azúcar}}{0,105} = 6.680,000 \text{ toneladas de caña molida para la producción de azúcar.}$

b) $702.000 \text{ toneladas de azúcar} \times 93,5 \text{ litros de alcohol "residual" por tonelada de azúcar} = 65.000.000 \text{ litros de alcohol residual producido.}$

c) $121.900.000 \text{ litros de alcohol total, menos } 65.600.000 \text{ litros de alcohol "residual" arrojan un total de } 56.300.000 \text{ litros de alcohol "directo" producido.}$

d) Con un rendimiento de 74,5 litros de alcohol por tonelada de caña, la cantidad de caña molida para fabricar alcohol "directo" es

$$\frac{56.000.000 \text{ litros de alcohol "directo"}}{74,5 \text{ litros/tonelada de caña}} = 756,000 \text{ toneladas}$$

	(tons.)	(%)
e) Caña para elaboración de azúcar	6.680.000	89,8
Caña para alcohol "directo"	756.000	10,2

Total caña molida 7.436.000 100,0

De todo ello se deduce que en el estado de São Paulo, en el año de mejor zafra, se destinó 10,2 por ciento del total de la caña molida a la producción de alcohol "directo", cifra muy superior al promedio (4,8) de las tres zafras correspondientes a 1948-51. El rendimiento total de azúcar con relación al total de caña molida para diversos fines fue de 9,45 por ciento, cifra inferior a la del periodo anterior (10,0 por ciento).

3. NECESIDADES DE VAPOR Y CONSUMO DE BAGAZO

R. Norris Shreve¹ proporciona los siguientes datos sobre el vapor necesario para la refinación del azúcar y la producción de alcohol ("residual") con las melazas finales:

"Del azúcar crudo al azúcar refinado:
 Vapor para el procedimiento } 175 lb/100 lib. (175 kg/100/kg.)
 Vapor para energía } de azúcar refinado
 "El rendimiento en azúcar refinado a base del azúcar crudo de 96° de 93-94 por ciento (promedio 93,5 por ciento).
 "De las melazas finales al alcohol:
 Vapor: 50 lb. por galón (americano) de alcohol de 190° "proof"
 6,0 kg/litro de alcohol de 95°."

No obstante, la cifra que da Mariller para las necesidades de alcohol es de 5,0 kg. de vapor por litro de alcohol. En los cálculos siguientes se usa un valor término medio (5,5 kg. de vapor por litro de alcohol).

La producción de azúcar del estado de São Paulo en 1953/54 fue la siguiente:

	Toneladas	Porcientos
Azúcar crudo	606.918	86,5
Azúcar refinado	94.708	13,5
Total	701.626	100,0

Los cálculos que aparecen en las páginas siguientes mues-

tran los excedentes o déficit de bagazo que pueden producirse en los cinco tipos diferentes de ingenios mencionados.

Primer caso: Ingenio que produce azúcar crudo y alcohol "residual" con sus melazas finales (este último en la proporción de 93,3 litros por tonelada de azúcar producido)

a) Vapor para la producción de azúcar=600 kg. de vapor por tonelada de caña molida (esto es, un ingenio relativamente anticuado). La caña molida da un rendimiento en azúcar de 10,5 por ciento, es decir, 105 kg. de azúcar por tonelada de caña molida.

b) Alcohol=93,3 × 0,105 = 9,8 litros por tonelada de caña molida. Usando la cifra promedio de consumo de vapor para la producción de alcohol se obtiene 9,8 litros de alcohol × 5,5 kg. de vapor por litro = 53,9 kg. de vapor para la producción de alcohol.

	kg./ton. de caña
c) Vapor para la prod. de azúcar crudo	600,0
Vapor para la prod. de alcohol	53,9

Total 653,9 (o sea 654) kg./ton.

d) Con 13 por ciento de fibra total (incluyendo la médula) en la caña y bagazo con un contenido de azúcar de 4,4 por ciento y 50 por ciento de humedad, el resultado es el siguiente por tonelada de caña:

	kg	Porciento
Fibra	130,0	45,6
Azúcar	12,5	4,4
Agua	142,5	50,0
Total	285,0	100,0

e) Vapor generado = $\frac{1.335 \text{ kcal/kg. de bagazo}}{555 \text{ kcal/kg. de vapor}} = 2,4 \text{ kg. de vapor por kg. de bagazo (50 por ciento de humedad).}$

Vapor total obtenido del bagazo = $285 \times 2,4 = 684 \text{ kg/tonelada de caña molida.}$

f) Excedente que resulta = $684 - 654 = 30 \text{ kg. de vapor en exceso por tonelada de caña molida.}$
 $\frac{30 \text{ kg. de vapor en exceso por tonelada de caña}}{2,4 \text{ kg. de vapor por kg. de bagazo}} = 12,5 \text{ kg. de excedente de bagazo por tonelada de caña molida.}$
 $\frac{12,5 \text{ kg. de excedente de bagazo}}{285 \text{ kg. de bagazo}} \times 100 = 4,4 \text{ por ciento de bagazo producido.}$

Segundo caso: Ingenio que produce alcohol "directo" con el jugo de la caña molida, pero que no fabrica azúcar.

a) Producción=74,5 litros de alcohol por tonelada de caña molida.

b) Vapor necesario=74,5 litros por tonelada de caña × 5,5 kg. de vapor por litro = 410 kg. por tonelada de caña.

c) Producción y composición del bagazo y vapor generado, igual al primer caso, o sea 684 kg. de vapor por tonelada de caña molida.

d) Excedente que resulta = $684 - 410 = 274 \text{ kg. de vapor en exceso por tonelada de caña molida.}$
 $\frac{274 \text{ kg. de vapor en exceso por tonelada de caña}}{2,4 \text{ kg. de vapor por kg. de bagazo}} = 114 \text{ kg. de excedente de bagazo por tonelada de caña molida.}$

¹ The Chemical process industries, *op. cit.*

$$\frac{114 \text{ kg. de excedente de bagazo}}{285 \text{ kg. de bagazo producido}} \times 100 = 40,0 \text{ por ciento de excedente de bagazo.}^1$$

Tercer caso: Ingenio que produce solamente azúcar crudo.

a) Vapor para la producción de azúcar, igual al primer caso.

b) Producción y composición del bagazo y vapor generado, igual al primer caso.

c) Excedente que resulta = $684 - 84$ kg. de vapor en exceso por tonelada de caña molida.

$$\frac{84 \text{ kg. de vapor}}{2,4 \text{ kg. de vapor por kg. de bagazo}} = 35 \text{ kg. de excedente de bagazo por tonelada de caña molida.}$$

$$\frac{35 \text{ kg. de excedente de bagazo}}{285 \text{ kg. de bagazo producido}} \times 100 = 12,3 \text{ por ciento de excedente de bagazo.}^2$$

Cuarto caso: (i) Ingenio que produce azúcar crudo y que refina la mitad de producción.

a) Vapor para la producción de azúcar crudo igual al primer caso.

b) Rendimiento de azúcar crudo por tonelada de caña molida igual al primer caso. Si para el rendimiento de refinación del azúcar crudo se usa la cifra de Shreve (93,5 por ciento), y se tiene en cuenta que sólo se refina la mitad del azúcar producido, se obtiene:

$$\frac{105}{2} \times 0,935 = 49,1 \text{ kg. de azúcar refinado producido.}$$

Aplicando la cifra de Shreve (175 kg. de vapor por 100 kg. de azúcar refinado) se obtiene:

$$175 \times \frac{49,1}{100} = 86 \text{ kg. de vapor para la refinación.}$$

c) Vapor total necesario = 686 kg., que es la suma de 600 kg. para la producción del azúcar crudo más 86 kg. para la refinación de la mitad de la producción de azúcar crudo.

d) Producción y composición del bagazo y vapor generado, igual al primera caso.

e) Cálculo del excedente (o déficit) = $684 - 686 = 2$ kg. de déficit de vapor por tonelada de caña molida.

$$\frac{2 \text{ kg. déficit de vapor}}{2,4 \text{ kg. de vapor por kg. de bagazo}} = 0,83 \text{ kg. de déficit de bagazo por tonelada de caña molida.}$$

Cuarto caso: (ii) Ingenio que produce azúcar crudo y refina toda su producción.

a) Vapor para la producción de azúcar crudo, igual al primer caso.

b) Rendimiento de azúcar crudo por tonelada de caña molida, igual al primer caso.

$105 \times 0,935 = 98,2$ kg. de azúcar refinado producido

$$175 \times \frac{98,2}{100} = 172 \text{ kg. de vapor para la refinación.}$$

c) Vapor total necesario = 772 kg. que es la suma de 600 kg. para la producción de azúcar crudo y 172 kg. para la refinación.

d) Producción y composición del bagazo y vapor generado, igual al primer caso.

e) Cálculo del excedente (o déficit) = $684 - 772 = 88$ kg. de déficit de vapor por tonelada de caña molida.

$$\frac{88 \text{ kg. de déficit de vapor}}{2,4 \text{ kg. de vapor por tonelada de bagazo}} = 36,6 \text{ kg. de déficit de bagazo por tonelada de caña molida.}$$

$$\frac{36,6 \text{ kg. de déficit de bagazo}}{285 \text{ kg. de bagazo}} \times 100 = 12,9 \text{ por ciento de déficit de bagazo.}^3$$

Anexo VII

COSTO DE SUSTITUCIÓN DEL BAGAZO

En este anexo se pretende hacer una estimación del "costo de sustitución" del bagazo, es decir, del costo que representa para la fábrica de pasta cada tonelada de bagazo consumido como consecuencia de la conversión necesaria para que el ingenio azucarero emplee petróleo combustible en vez de bagazo. Este costo está formado por los siguientes elementos:

1) Valor del combustible reemplazante (costo del petróleo que sustituye al bagazo como combustible).

2) Costo del alambre para enfardar.

3) Costo de inversión correspondiente a la transformación de las calderas.

4) Costo de inversión correspondiente al equipo para manejar el bagazo.

5) Costo de la mano de obra para el manejo del bagazo.

6) Costo de inversión correspondiente a los edificios de las instituciones enfardadoras.

7) Costo de inversión correspondiente al patio de almacenamiento del bagazo.

8) Seguro del bagazo almacenado e interés del capital que representa este material en depósito.

¹ Por ciento del bagazo producido.

² Por ciento del bagazo producido.

³ Por ciento del bagazo producido.

ción del bagazo en los países que fueron objeto de estudios especiales.

Tales cuadros contienen cifras tanto para el caso A como para el caso B y los tres tamaños de fábrica mencionados. Se basan en el examen general precedente y en datos que representan condiciones locales, como la duración de la zafra, el precio del petróleo en el mercado local, etc.

1. VALOR DEL COMBUSTIBLE REEMPLAZANTE

Una tonelada de petróleo reemplaza a 6 de bagazo fresco con 50 por ciento de humedad (véase anexo V).

Por consiguiente, el costo de sustitución del bagazo fresco es:

$$Z = \frac{S}{6} \text{ dólares por tonelada,}$$

en que

Z = valor de sustitución del combustible y

S = costo del petróleo combustible por ton.

2. COSTO DEL ALAMBRE PARA ENFARDAR

Los fardos (46 × 56 × 81 cm.) se atan con dos corridas de alambres a lo largo de ellos,¹ para lo cual necesitan teóricamente 5,08 metros. Incluyendo el empalme cada fardo requiere 5,5 metros, o sea 48 metros por tonelada de bagazo enfardado. A un precio de 10 dólares las 100 libras de alambre, ó 1.680 metros, resulta un costo de 0,285 dólares por tonelada de bagazo enfardado.

El costo en dólares por tonelada de bagazo consumido se calcularía para el caso B con la fórmula

$$\frac{12-n}{12} \times 0,285$$

en la cual *n* representa la duración de la zafra en meses.

3. COSTO DE CONVERSIÓN DE LA CALDERA

La transformación de las calderas de un ingenio azucarero para que trabajen con petróleo combustible en vez de bagazo requiere inversiones del orden siguiente:

	Total de bagazo fresco liberado, tons/día			
	200	400	600	1,200
Inversión total, dólares. . .	30.000	45.000	58.000	98.000

Como la inversión es casi una función lineal de la cantidad de bagazo liberado, puede calcularse con la siguiente fórmula aproximada:

$$Y = 18.000 + 66,7 X_r$$

Y = inversión en dólares

X_r = cantidad de bagazo liberado, toneladas/día

Los costos anuales de inversión se calculan a razón del 19 por ciento de la inversión (10 por ciento por depreciación, 5 por ciento por repuestos, mantenimiento y seguro; para el interés se toma el 8 por ciento sobre la mitad del capital). Resulta entonces la fórmula:

Costo de inversión anual en la conversión de la caldera

$$Z = 3,420 + 12,7 X_r$$

Si *n* representa los meses que dura la molienda y X la tasa de consumo de bagazo, se obtiene:

¹ Véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.5: *Preservación, manejo y almacenamiento del bagazo*, por A. Watson Chapman.

² Incluye depósitos con capacidad de abastecimiento de una semana.

³ Incluyendo las secciones anteriores de este anexo.

$$X_r = \frac{12X}{n}$$

$$Z = 3,420 + \frac{152X}{n}$$

y el costo de inversión por tonelada de bagazo consumido (z):

$$z = \frac{Z}{n} = \frac{11,4}{n} + \frac{0,507}{n}$$

De aquí resultan las cifras del cuadro siguiente, que muestra el costo de inversión correspondiente a la transformación de la caldera por tonelada de bagazo consumido, para seis tasas distintas de consumo de bagazo y para zafras de distinta duración.

COSTO DE INVERSIÓN CORRESPONDIENTE A LA TRANSFORMACIÓN DE LA CALDERA POR TONELADA DE BAGAZO CONSUMIDO

(Dólares)

Duración de la zafra	Consumo de bagazo, toneladas/día					
	120	200	300	400	500	600
3 meses . . .	0,264	0,226	0,207	0,198	0,192	0,188
6 meses . . .	0,180	0,142	0,123	0,114	0,108	0,104
9 meses . . .	0,151	0,113	0,094	0,085	0,079	0,075
12 meses . . .	0,137	0,099	0,080	0,071	0,065	0,061

4. EQUIPO PARA MANEJAR EL BAGAZO

a) Equipo necesario

Se examinan separadamente, por una parte el enfardado y entongado (traslado del bagazo fresco de los trapiches a los almacenes) y por otra el desentongado y la apertura de los fardos (traslado del bagazo enfardado de los almacenes a la fábrica de pasta).

Para los efectos de cálculo, se supone que el equipo de manejo del bagazo tiene las siguientes capacidades unitarias:

Volumen del fardo	46 × 56 × 81 cm. = 0,208 m ³
Peso del fardo	115 kg. bagazo fresco (63,9 kg. bagazo secado al aire)
Capacidad de la enfardadora	60 fardos/hora = 6.900 kg.
Capacidad de la grúa	6 fardos en 3 minutos = 120 fardos/hora = 13.800 kg.
Carga del carro	12 fardos = 1.380 kg.
Carga del tractor	3 carretadas = 4.140 kg.
Capacidad del tractor	2 cargas/hora = 8.280 kg.
Capacidad de la abridora	40 fardos/hora = 110 tons/día

Todos los datos citados aquí³ y los que figuran en los cuadros y gráficos siguientes corresponden a valores expresados en términos de bagazo fresco. Así, por ejemplo, la capacidad de la grúa es de 120 fardos/hora, es decir, 13,8 toneladas de bagazo fresco cuando se entonga, pero sólo 7,7 toneladas (peso real) de bagazo seco cuando se desentonga.

A base de las capacidades unitarias mencionadas, se indica en los cuadros siguientes el número de unidades de equipo necesarias, así como los turnos que deben trabajarse para enfardar y entongar (las tasas de enfardado van desde 55 a 1.325 toneladas/día) y para desentongar y abrir los fardos (las tasas correspondientes al primer trabajo abarcan desde 110 hasta 662 toneladas de bagazo fresco por día).

i) Enfardado y entongado

Tasa de enfardado	fardos/hora							
	20	40	60	120	240	360	480	
	55,2	110,4	166	331	662	994	1.325	
No. de enfardadoras y turnos	1/3	1/3	1/3	2/3	4/3	6/3	8/3	
No. de tractores y turnos. . .	1/1	1/2	1/3	2/3	4/3	5/3	7/3	
No. de grúas y turnos.	1/1	1/2 ^a	1/2	1/3	2/3	3/3	4/3	
No. de carros.	36 ^b	36 ^c	51 ^d	21	39	57	75	

^a Bastaría con el trabajo de una grúa en un turno pero tal vez no sería viable almacenar en carros el rendimiento de dos turnos (630 tons.)

- ^b Almacenamiento en carros del rendimiento de dos turnos (320 tons.)
- ^c Almacenamiento en carros del rendimiento de un turno (320 tons.)
- ^d Almacenamiento en carros del rendimiento de un turno (480 tons.)

ii) Desentongado y apertura de los fardos

Tasa de desentongado	fardos/hora			
	120	120	120	240
	toneladas/día			
	110	221	331	662
No. de grúas y turnos	1/1	1/2	1/3	2/3
No. de tractores y turnos	2/1	2/2	2/3	4/3
No. de carros ^a	21	21	21	39
No. de rompedoras y turnos	1/3	2/3	3/3	6/3

^a Se supone que cuando el desentongado se realiza en menos de tres turnos los fardos se almacenan en la fábrica de pasta, no en carros.

b) Inversión en equipo

Una vez establecido el número de unidades de equipo necesarias para los distintos trabajos, puede calcularse la inversión requerida

CASO A: FÁBRICA QUE TRABAJA SÓLO CON BAGAZO ENFARDADO

	Bagazo (toneladas/día)							
	55	110	166	221	331	662	994	1.325
i) Entongado								
Enfardadores	4,5	4,5	4,5	—	9,0	18,0	27,0	36,0
Tractores	4,0	4,0	4,0	—	8,0	16,0	20,0	28,0
Carros	12,6	12,6	17,9	—	7,4	13,7	20,0	26,3
Transportador	11,5	14,0	15,5	—	19,5	25,0	28,0	20,0
Total (miles de dólares)	32,6	35,1	41,9	—	43,9	72,7	95,0	120,3
ii) Desentongado								
Grúas	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	15,0	22,5	30,0
Tractores	4,0	8,0	8,0	8,0	8,0	16,0	20,0	28,0
Carros	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	13,7	20,0	26,3
Abridoras	6,5	6,5	13,0	13,0	19,5	39,0	58,5	78,0
Total (miles de dólares)	25,4	29,4	35,9	35,9	42,4	83,7	121,0	162,3

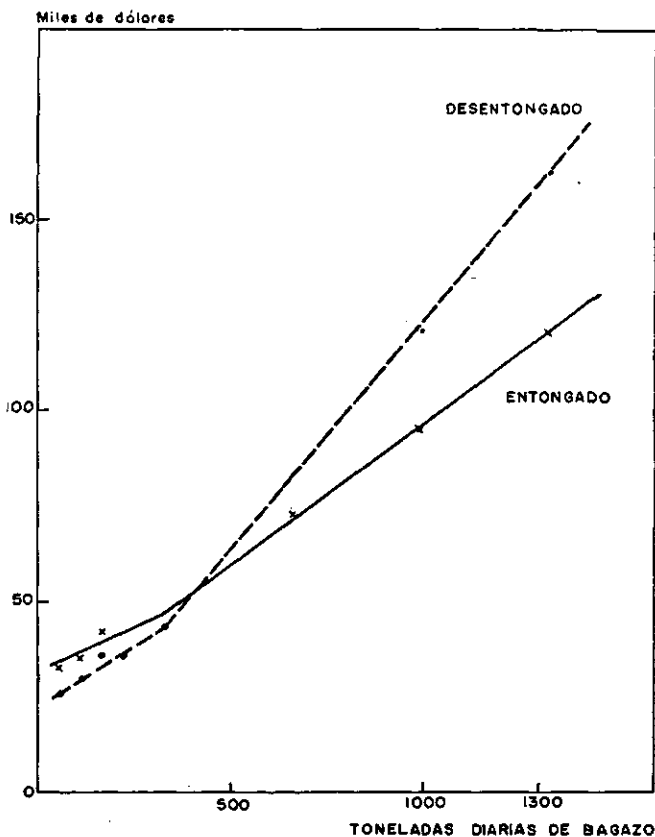
En el gráfico I (VII) se ilustran estas cifras de inversión.

CASO B: BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

Cuando la fábrica de pasta emplea bagazo fresco durante la zafra y bagazo enfardado en las demás épocas, el total de carros necesarios para el transporte (y para el almacenamiento cuando el trabajo de entongar y desentongar se realiza en menos de tres turnos) es determinado por la tasa mayor, ya sea la de entongado en la época de la zafra o la de desentongado en otra época. En efecto, si la molienda dura menos de seis meses, la tasa de entongado será mayor que la de desentongado y el número de carros y tractores necesarios durante la zafra será más que suficiente en las demás épocas. Por consiguiente, se examinan dos casos distintos, según sea inferior o superior a seis meses la duración de la molienda. En cada caso la inversión de carros y tractores (y también en grúas) se carga al trabajo que demanda mayor número de ellos.

Gráfico I. (VII)

INVERSION EN EL EQUIPO CUANDO SE EMPLEA SOLO BAGAZO ENFARDADO



I. ZAFRA DE MENOS DE SEIS MESES DE DURACION

	Bagazo (toneladas/día)							
	55	110	166	221	331	662	994	1.325
i) Entongado								
Enfardadores	4,5	4,5	4,5	—	9,0	18,0	27,0	36,0
Tractores	4,0	4,0	4,0	—	8,0	16,0	20,0	28,0
Carros	12,6	12,6	17,9	—	7,4	13,7	20,0	26,3
Transportador	11,5	14,0	15,5	—	19,5	25,0	28,0	30,0
Grúas	7,5	7,5	7,5	—	7,5	15,0	22,5	30,0
Total (miles de dólares)	40,1	42,6	49,4	—	51,4	87,7	117,5	150,3
ii) Desentongado								
Abridoras	6,5	6,5	13,0	13,0	19,5	39,0	58,5	78,0
Total (miles de dólares)	6,5	6,5	13,0	13,0	19,5	39,0	58,5	78,0

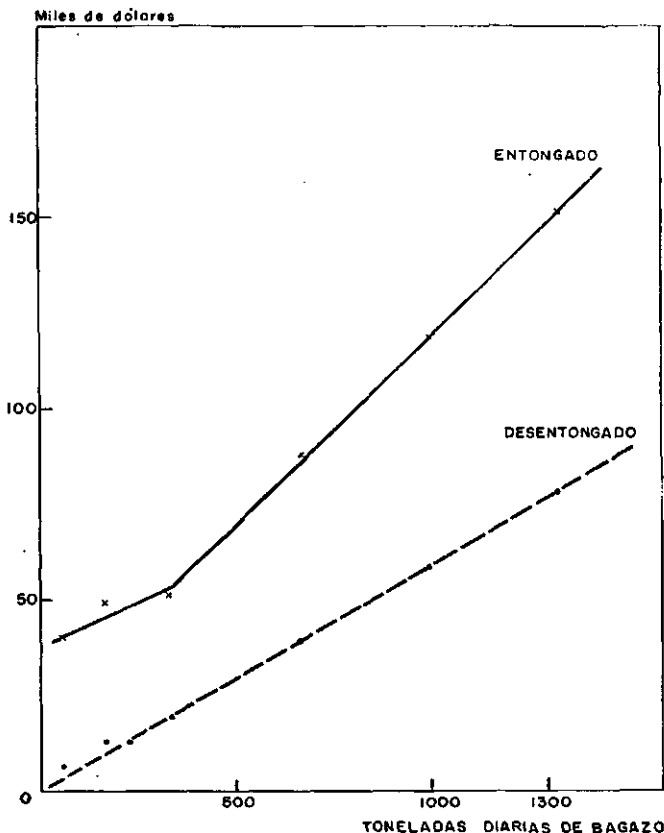
II. ZAFRA DE MAS DE SEIS MESES DE DURACION

	Bagazo (toneladas/día)							
	55	110	166	221	331	662	994	1.325
i) Entongado								
Enfardadores	4,5	4,5	4,5	—	9,0	18,0	27,0	36,0
Transportador	1,5	14,0	15,5	—	19,5	25,0	28,0	30,0
Total (miles de dólares)	16,0	18,5	20,0	—	28,5	43,0	56,0	66,0
ii) Desentongado								
Tractores	4,0	8,0	8,0	8,0	8,0	16,0	20,0	28,0
Carros	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	13,7	20,0	26,3
Grúas	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	15,0	22,5	30,0
Abridoras	6,5	6,5	13,0	13,0	19,5	39,0	58,5	78,0
Total (miles de dólares)	25,4	29,4	35,9	35,9	42,4	83,7	121,0	162,3

Gráfico 2 (VII)

INVERSION EN EL EQUIPO CUANDO SE EMPLEA BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

a) Zafra de menos de seis meses



Estas cifras de inversión aparecen también en los gráficos 2 (VII) y 3 (VII), en función de las tasas de entongado y desentongado. Como podrá observarse, las funciones son casi lineales, con puntos de inflexión para las tasas de entongado y desentongado cercanas a las 330 toneladas por día.

c) Costo de inversión por concepto de equipo

El costo anual proveniente de la inversión se estima en 19 por ciento del capital invertido: 10 por ciento por depreciación, 5 por ciento por repuestos, mantenimiento y seguro y 4 por ciento por concepto de interés (u 8 por ciento sobre la mitad del capital). Puesto que la inversión es una función lineal del volumen de bagazo manejado, también lo es el costo de inversión anual, en tanto que el de inversión por tonelada de bagazo fresco enfardado o consumido es una función hiperbólica. A continuación se calculan las funciones hiperbólicas correspondientes a los distintos casos, haciendo uso de los gráficos. Debido a los puntos de inflexión que se mencionan, se dan por separado las funciones para las tasas de entongado (y desentongado) inferiores y superiores a 330 toneladas por día.

CASO A: FÁBRICA QUE TRABAJA SÓLO CON BAGAZO ENFARDADO

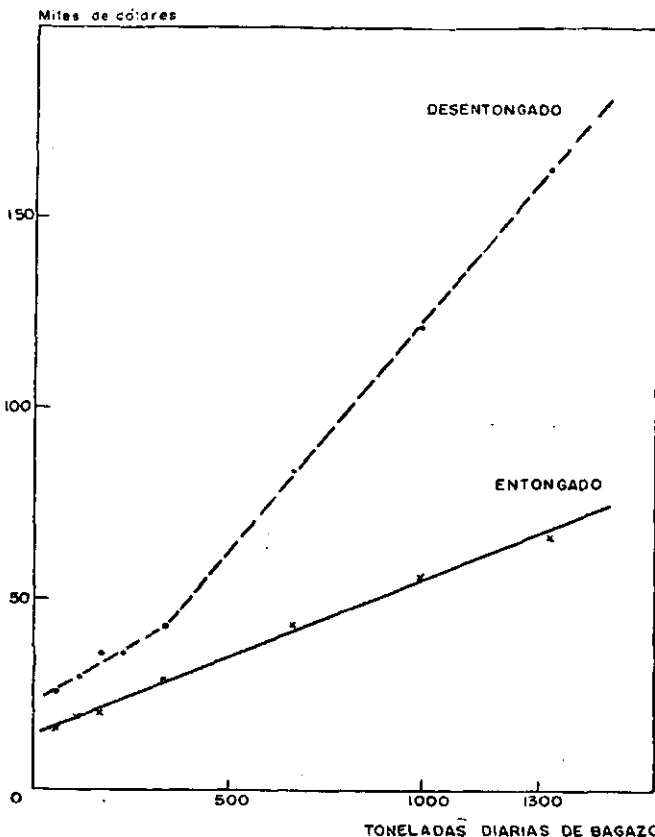
i) Tasas de entongado y desentongado (X) inferiores a 330 toneladas/día

	Entongado	Desentongado
Inversión (dólares)	31.500 + 50 X _e	22.000 + 63,5 X
Costo anual (dólares)	6.000 + 9,5 X _e	4.180 + 12,1 X

Gráfico 3 (VII)

INVERSION EN EL EQUIPO CUANDO SE EMPLEA BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

b) Zafra de más de seis meses



Cuando se trabaja solamente con bagazo enfardado, la tasa de entongado (X_e) es igual a $\frac{12 X}{n}$, en la cual n es la duración de la zafra en meses y la X la tasa de desentongado o de consumo. Por consiguiente, el costo de inversión por tonelada es:

	Entongado	Desentongado
Costo por tonelada consumida (y enfardada)	$\frac{6.000 + 9,5 X_e}{300 X}$	$\frac{4.180 + 12,1 X}{300 X}$

o sea

$$\frac{20}{X} + \frac{9,5 \times 12}{300 n} \quad \frac{13,9}{X} + 0,04$$

(en el supuesto de que se trabajen 300 días al año).

ii) Tasas de entongado y desentongado superiores a 330 toneladas/día

	Entongado	Desentongado
Inversión (dólares)	23.000 + 73,2 X _e	4.000 + 120 X
Costo de inversión anual (dólares)	4.380 + 13,9 X _e	760 + 22,8 X
Costo de inversión por tonelada consumida (o enfardada) (dólares)	$\frac{14,6}{X} + \frac{13,9 \times 12}{300 X n}$	$\frac{2,5}{X} + 0,076$

CASO B: BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

I) Molienda de menos de seis meses de duración

$$\text{Tasa de entongado } X_e = \frac{X(12-n)}{n}$$

i) Tasas de entongado y desentongado inferiores a 330 toneladas/día

	Entongado	Desentongado
Inversión (dólares)	37.500 + 48,3 X _e	58,8 X
Costo de inversión anual (dólares)	7.120 + 9,2 X _e	11,2 X
Costo de inversión por tonelada consumida (z)	$\frac{23,7}{X} + \frac{9,2(12-n)}{300n}$	0,037
Costo de inversión por tonelada enfardada . . .	$\frac{12z}{12-n}$	$\frac{12 \times 0,037}{12-n}$

ii) Tasas de entongado y desentongado superiores a 330 toneladas/día

	Entongado	Desentongado
Inversión (dólares)	20.500 + 98,2 X _p	58,8 X
Costo de inversión anual (dólares)	3.900 + 18,7 X _p	11,2 X
Costo de inversión por tonelada consumida (z)	$\frac{13,0}{X} + \frac{18,7(12-n)}{300(n)}$	0,037
Costo de inversión por tonelada enfardada . . .	$\frac{12z}{12-n}$	$\frac{12 \times 0,037}{12-n}$

II) Molienda de más de seis meses de duración

i) Tasas de entongado y desentongado inferiores a 330 toneladas/día

	Entongado	Desentongado
Inversión (dólares)	14.000 + 40,7 X _e	22.000 + 63,5 X
Costo de inversión anual (dólares)	2.666 + 7,7 X _e	4.160 + 12,1 X
Costo de inversión por tonelada consumida (z)	$\frac{8,87}{X} + \frac{7,7(12-n)}{n}$	$\frac{13,9}{X} + 0,040$
Costo de inversión por tonelada enfardada . . .	$\frac{12z}{12-n}$	$\frac{12z}{12-n}$

ii) Tasas de entongado y desentongado superiores a 330 toneladas/día

	Entongado	Desentongado
Inversión (dólares)	14.000 + 40,7 X _e	4.000 + 120 X
Costo de inversión anual (dólares)	2.660 + 7,7 X _e	760 + 22,8 X
Costo de inversión por tonelada consumida (z)	$\frac{8,87}{X} + \frac{7,7(12-n)}{300 \times 12}$	$\frac{2,5}{X} + 0,076$
Costo de inversión por tonelada enfardada . . .	$\frac{12z}{12-n}$	$\frac{12z}{12-n}$

Con las ecuaciones mencionadas pueden calcularse los costos de inversión correspondientes al equipo, según distintas tasas de consumo y para varias duraciones de zafra:

CASO A: FÁBRICA QUE TRABAJA SÓLO CON BAGAZO ENFARDADO

Duración de la zafra:	Consumo de bagazo, toneladas/día							
	120	200	250	300	330	400	500	600
	(Dólares por tonelada consumida o enfardada)							
3 meses	0,463	0,368	0,339	0,320	0,312	0,304	0,294	0,289
6 meses	0,383	0,276	0,247	0,228	0,221	0,212	0,203	0,197
9 meses	0,365	0,252	0,218	0,197	0,188	0,180	0,172	0,167
12 meses	0,350	0,239	0,206	0,183	0,173	0,165	0,156	0,151

CASO B: BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

Duración de la molienda:	(Dólares por tonelada consumida)							
	120	200	250	300	330	400	500	600
	(Dólares por tonelada consumida)							
3 meses	0,332	0,289	0,276	0,267	0,263	0,257	0,250	0,246
6 meses	0,265	0,187	0,163	0,147	0,140	0,131	0,125	0,121
9 meses	0,239	0,163	0,140	0,125	0,118	0,114	0,108	0,104
	(Dólares por tonelada enfardada)							
3 meses	0,442	0,385	0,368	0,356	0,350	0,342	0,333	0,328
6 meses	0,530	0,374	0,326	0,294	0,280	0,262	0,250	0,242
9 meses	0,956	0,652	0,560	0,500	0,472	0,456	0,432	0,416

Estas cifras aparecen también en los gráficos 4 (VII), 5 (VII) y 6 (VII).

Gráfico 4 (VII)

COSTO DE INVERSIÓN EN EQUIPO POR TONELADA DE BAGAZO CONSUMIDO O ENFARDADO

Caso A: Sólo bagazo enfardado

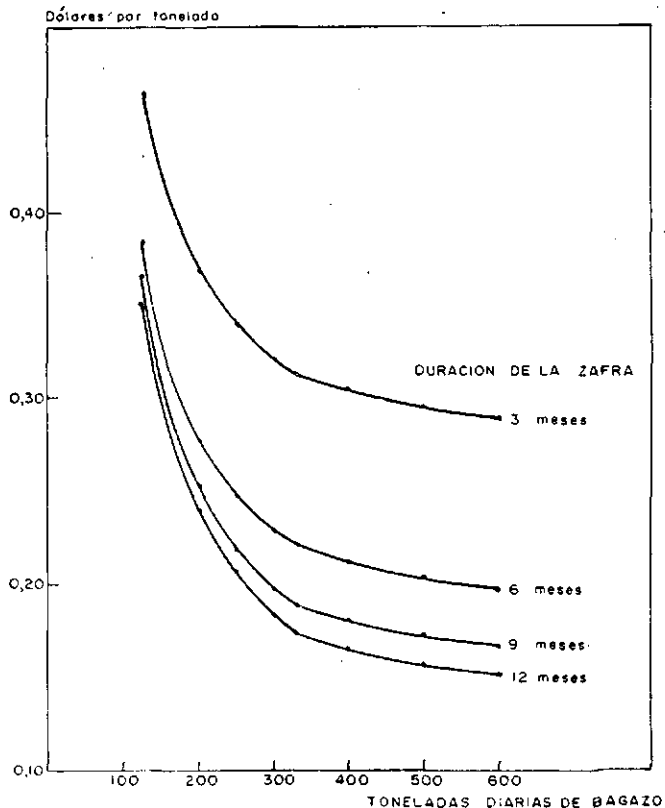
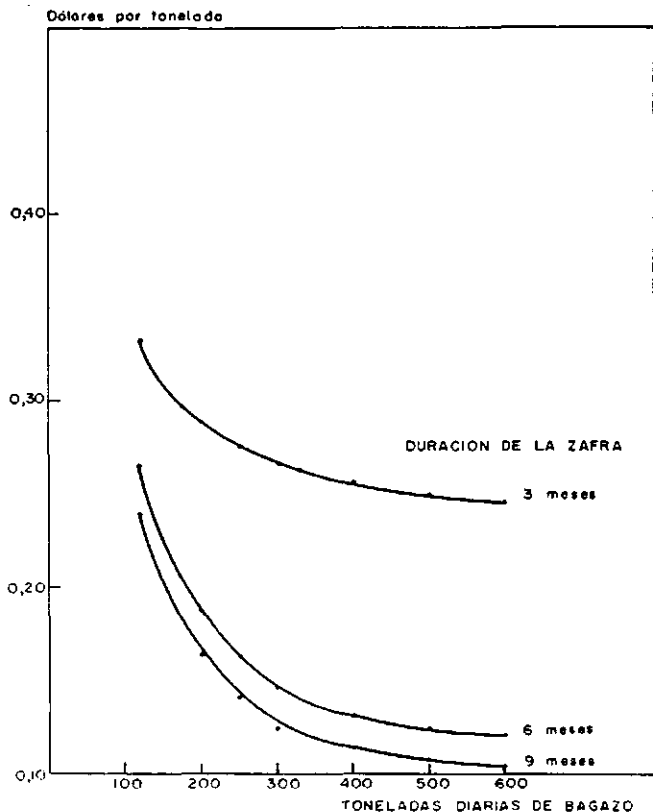


Gráfico 5 (VII)

COSTO DE INVERSION EN EQUIPO POR TONELADA DE BAGAZO CONSUMIDO

Caso B: Bagazo fresco durante la zafra



5. MANO DE OBRA PARA EL MANEJO DEL BAGAZO

Las necesidades de personal en turnos por día se han calculado a base de los datos sobre el equipo requerido que se dieron con anterioridad:

i) *Enfardado y entongado*

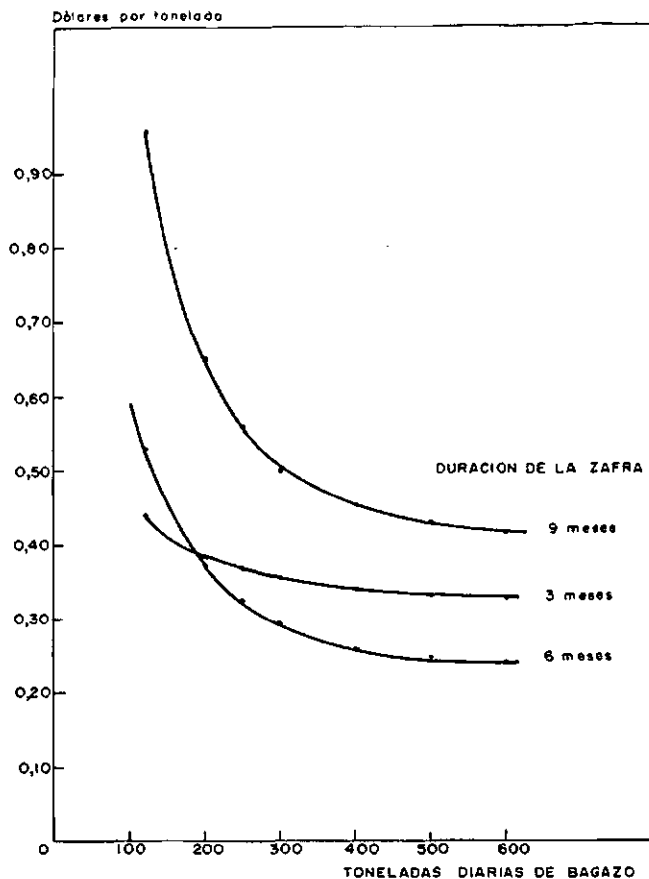
	Tasa de enfardado, toneladas/día						
	55	110	166	331	662	994	1.325
Jefe de manejo	1	1	1	1	1	1	1
Mecánicos	3	3	3	3	3	3	3
Alimentadoras de las enfardadoras	3	3	3	3	3	6	6
Atadores de alambres	3	3	3	6	12	18	24
Cargadores de fardos	3	3	3	6	12	18	24
Conductores de tractores	1	2	3	6	12	15	21
Operarios de grúas	1	2	2	3	6	9	12
Entongadores de fardos	2	4	4	6	12	18	24
Encargados de la limpieza	3	3	3	3	3	3	3
Total {turnos/día	20	24	25	37	64	91	118
{horas-hombre/día	160	192	200	296	512	728	944

Las necesidades de mano de obra que se ilustran en el gráfico 7 (VII) son aproximadamente funciones lineales de las tasas de enfardado y desentongado.

Gráfico 6 (VII)

COSTO DE INVERSION EN EQUIPO POR TONELADA DE BAGAZO ENFARDADO

Caso B: Bagazo fresco durante la zafra



ii) *Desentongado y apertura de los fardos*

	Tasa de desentongado, toneladas/día			
	110	221	331	662
Operarios a cargo de las grúas	1	2	3	6
Conductores de tractores	2	4	6	12
Cargadores de fardos	2	4	6	12
Alimentadores de las abridoras	3	6	9	18
Encargados de la limpieza	3	3	3	3
Total {turnos/día	11	19	27	51
{horas-hombre/día	88	152	216	408

A continuación se calculan tales funciones empleando los siguientes símbolos:

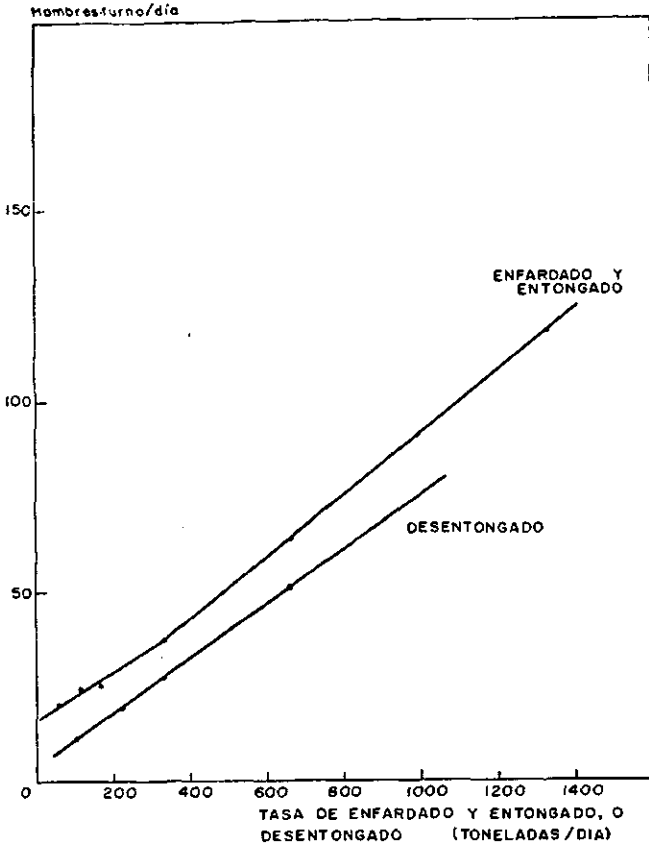
- n = meses de duración de la zafra
- X = tasa de consumo de bagazo = tasa de desentongado, toneladas por día
- X₀ = tasa de entongado del bagazo
- X = hombres-hora por día
- h = hombres-hora por tonelada

CASO A: FÁBRICA QUE TRABAJA SÓLO CON BAGAZO ENFARDADO

$$X_0 = \frac{12 X}{n}$$

Gráfico 7 (VII)

NECESIDADES DE MANO DE OBRA PARA ENFARDAR, ENTONGAR Y DESENTONGAR



i) Entongado

a) Tasas de enfardado inferiores a 330 toneladas/día

$$H = (16 + 0,0635 X_e) \times 8 = 128 + 0,508 X_e$$

$$h = \frac{128}{X_e} + 0,508 = \frac{10,7 n}{X} + 0,508 \text{ por tonelada enfardada o consumida}$$

b) Tasas de enfardado superiores a 330 toneladas/día

$$H = (10 + 0,0815 X_e) \times 8 = 80 + 0,652 X_e$$

$$h = \frac{80}{X} + 0,652 = \frac{6,67 n}{X} + 0,652 \text{ por tonelada enfardada o consumida}$$

ii) Desentongado

$$H = (3 + 0,0715 X) \times 8 = 24 + 0,572 X$$

$$h = \frac{24}{X} + 0,572 \text{ por tonelada enfardada o consumida}$$

CASO B: BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

$$X_e = \frac{(12-n) X}{n}$$

i) Entongado

a) Tasas de enfardado inferiores a 330 toneladas/día

$$H = 128 + 0,508 X_e$$

$$h = \frac{128}{X_e} + 0,508 = \frac{128 n}{(12-n) X} = 0,508$$

por tonelada de bagazo enfardado

$$h = \frac{n \cdot 128}{12 X} + \frac{0,508 (12-n)}{12} = \frac{10,7 n}{X} + \frac{0,508 (12-n)}{12}$$

por tonelada de bagazo consumido

b) Tasas de enfardado superiores a 330 toneladas/día

$$H = 80 + 0,652 X_e$$

$$h = \frac{80 n}{(12-n) X} + 0,652 \text{ por tonelada de bagazo enfardada}$$

$$h = \frac{6,67 n}{X} + \frac{0,652 (12-n)}{12} \text{ por tonelada de bagazo consumido}$$

ii) Desentongado

$$H = 24 + 0,572 X$$

$$h = \frac{24}{X} + 0,572 \text{ por tonelada de bagazo desentongado o enfardado}$$

$$h = \frac{12-n}{12} \left(\frac{24}{X} + 0,572 \right) \text{ por tonelada de bagazo consumido}$$

Por consiguiente, las necesidades de mano de obra para los dos trabajos combinados son:

	Tasas de enfardado inferiores a 330 toneladas/día	Tasas de enfardado superiores a 330 toneladas/día
CASO A: Horas-hombre por tonelada de bagazo enfardado o consumido	$\frac{10,7 n + 24}{X} + 1,080$	$\frac{6,67 n + 24}{X} + 1,224$
CASO B: Horas-hombre por tonelada de bagazo enfardado	$\frac{12}{12-n} \left(\frac{8,67 + 24}{X} \right) + 1,080$	$\frac{12}{12-n} \left(\frac{4,67 n + 24}{X} \right) + 1,224$
Horas-hombre por tonelada de bagazo consumido	$\frac{8,67 n + 24}{X} + \frac{(12-n) 1,080}{12}$	$\frac{4,67 n + 24}{X} + \frac{(12-n) 1,224}{12}$

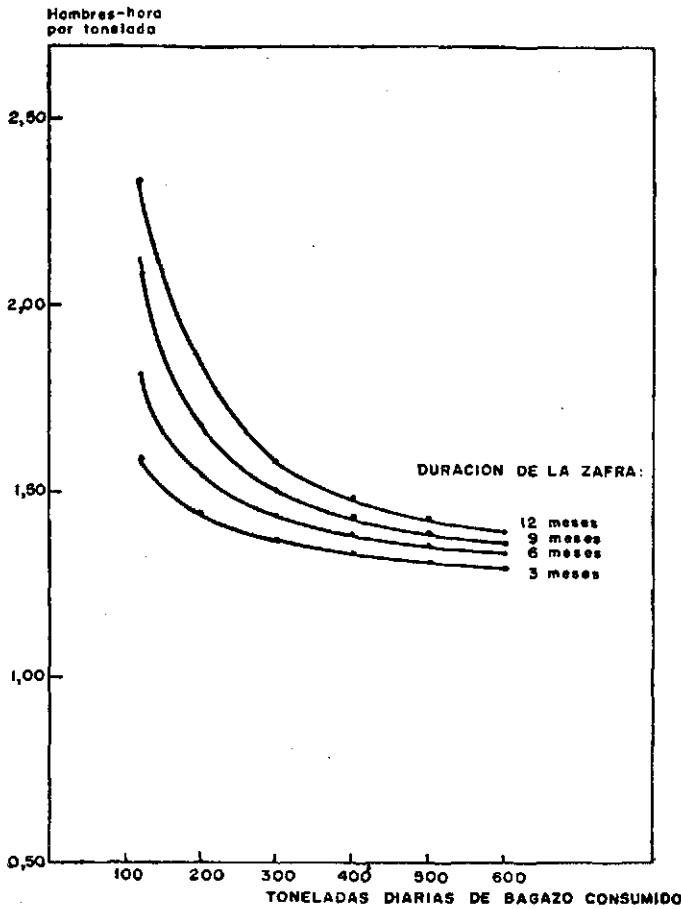
Con estas ecuaciones se pueden calcular las necesidades de mano de obra para zafras de distinta duración y diferentes tamaños de instalación. Los resultados se consignan

en los cuadros siguientes y se ilustran en los gráficos 8 (VII), 9 (VII) y 10 (VII).

Gráfico 8 (VII)

MANO DE OBRA POR TONELADA DE BAGAZO ENFARDADO O CONSUMIDO

Caso A: Sólo bagazo enfardado



CASO A: FABRICA QUE TRABAJA SOLO CON BAGAZO ENFARDADO

Duración de la zafra	Consumo de bagazo, toneladas/día						
	120	200	300	330	400	500	600
Horas-hombre por tonelada de bagazo enfardado o consumido							
3 meses . . .	1,591	1,444	1,371	1,356	1,334	1,312	1,297
6 meses . . .	1,813	1,544	1,437	1,418	1,348	1,352	1,331
9 meses . . .	2,080	1,680	1,504	1,479	1,434	1,392	1,364
12 meses . . .	2,347	1,840	1,587	1,541	1,484	1,432	1,397

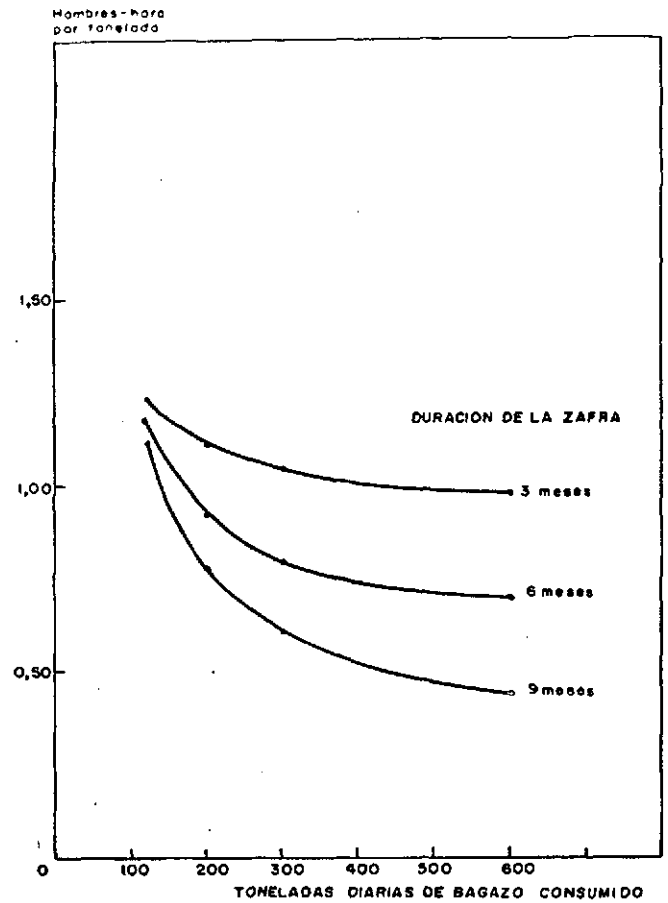
CASO B: BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

Duración de la zafra	Consumo de bagazo, toneladas/día						
	120	200	300	330	400	500	600
Horas-hombre por tonelada de bagazo enfardado							
3 meses . . .	1,646	1,477	1,393	1,377	1,351	1,325	1,308
6 meses . . .	2,347	1,840	1,587	1,540	1,484	1,432	1,397
9 meses . . .	4,480	3,120	2,440	2,317	2,100	1,897	1,760
Horas-hombre por tonelada de bagazo consumido							
3 meses . . .	1,235	1,108	1,045	1,033	1,013	0,994	0,985
6 meses . . .	1,173	0,920	0,793	0,770	0,742	0,716	0,699
9 meses . . .	1,120	0,780	0,610	0,579	0,525	0,477	0,440

Gráfico 9 (VII)

MANO DE OBRA POR TONELADA DE BAGAZO CONSUMIDO

Caso B: Bagazo fresco durante la zafra



6. COSTO DE LOS EDIFICIOS DE LA INSTALACIÓN ENFARDADORA

La superficie construida que se necesita puede calcularse como sigue:¹

No. enfardadora	Capacidad de enfardado (toneladas/día)	Superficie construida (m ²) ^a
1	166	10 × 10 = 100
2	331	10 × 18 = 180
4	662	18 × 18 = 324
6	994	18 × 18 + 10 × 18 = 504
8	1,325	2 (18 × 18) = 648

^a La altura media de edificación es de 9 metros

La superficie construida (A) es casi una función lineal de la capacidad de enfardado como se ve en el gráfico 11 (VII).

$A = 22 + 0,473 X_e$ con una superficie mínima de 100 metros cuadrados para una capacidad de enfardado de 165 toneladas por día.

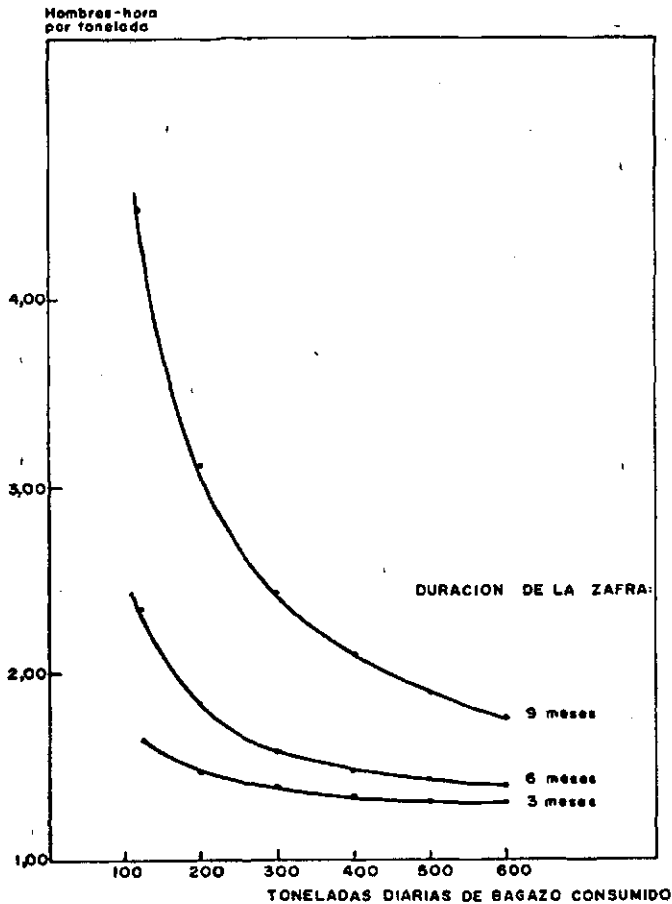
Si Z_c representa el costo de construcción por m², la in-

¹ Véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.5: *Preservación, manejo y almacenamiento del bagazo*, por A. Watson Chapman.

Gráfico 10 (VII)

MANO DE OBRA POR TONELADA DE BAGAZO ENFARDADO

Caso B: Bagazo fresco durante la zafra



versión total (Y) y el costo anual de inversión (Z) serán respectivamente:

$$Y = Z_a (22 + 0,473 X_0)$$

$$Z = \frac{14 Z_a}{100} (22 + 0,473 X_0)$$

Se ha supuesto, como en casos anteriores, 5 por ciento de depreciación, el 5 por ciento por concepto de repuestos, mantenimiento y seguro y el 4 por ciento de interés promedio.

Caso A: FÁBRICA QUE TRABAJA SÓLO CON BAGAZO ENFARDADO

$$X_0 = \frac{12 X}{n}$$

Si X es igual a la tasa de consumo de bagazo y n representa la duración de la molienda en meses, el costo de inversión por tonelada de bagazo consumido (o enfardado) será:

$$Z = Z_a \left(\frac{103}{X} + \frac{0,265}{n} \right) \frac{1}{100} \text{ dólares por tonelada}$$

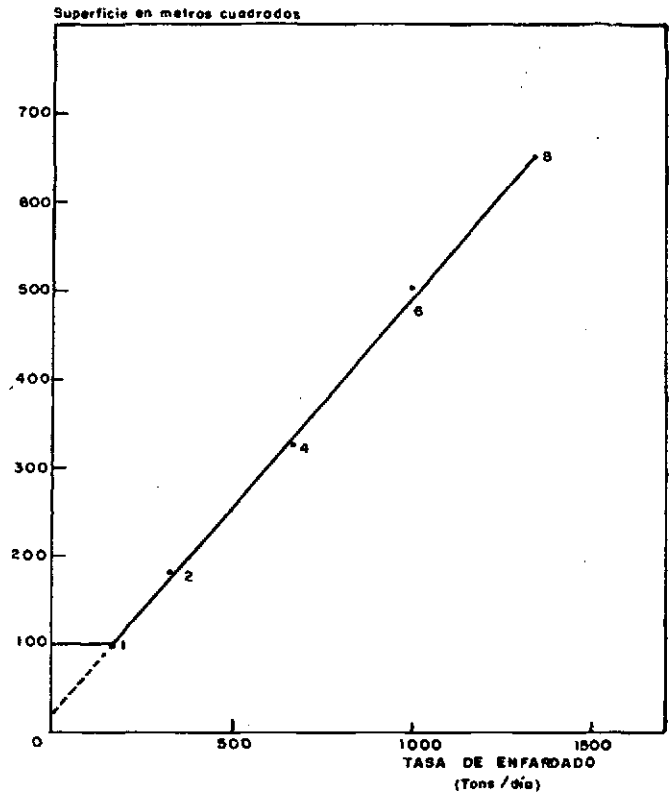
Caso B: BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

$$X_p = \frac{(12-n)}{n} X$$

Gráfico 11 (VII)

SUPERFICIE EDIFICADA DE LA INSTALACION ENFARDADORA

(1: Enfardadora 10 × 10 m; 2: Enfardadora 10 × 18 m; 4: Enfardadora 18 × 18 m; 6: Enfardadora 18 × 18 + 10 × 18 m; 8: Enfardadora 2 (18 × 18 m;) (Altura del edificio: 9 m.)



$$z = Z_a \left(\frac{1,03}{X} + \frac{0,265}{n} - 0,022 \right) \frac{1}{100}$$

dólares por tonelada de bagazo consumido

$$z = \frac{12}{12-n} Z_a \left(\frac{1,03}{X} + \frac{0,265}{n} - 0,022 \right) \frac{1}{100}$$

dólares por tonelada de bagazo enfardado

Tanto en el caso A como en el B, el costo de inversión por tonelada de bagazo consumido correspondiente a las tasas de enfardado inferiores a 165 toneladas por día es:

$$Z = \frac{0,0467 Z_a}{X}$$

Con estas ecuaciones puede determinarse el factor de costo (f) por el cual se multiplicará el costo general de construcción (por m²) a fin de obtener el de inversión en edificaciones de la instalación enfardadora (por tonelada de bagazo enfardado o consumido), para diferentes tasas de consumo y enfardado o zafras de distinta duración. A continuación se tabulan estos factores de costo según diversas condiciones.

CASO A: FABRICA QUE TRABAJA SOLO CON BAGAZO ENFARDADO

Duración de la molienda	Consumo de bagazo, toneladas/día						
	120	200	300	330	400	500	600
	(Factor de costo - f.100 - por tonelada de bagazo consumido o enfardado)						
3 meses	0,097	0,093	0,091	0,091	0,091	0,090	0,090
6 meses	0,053	0,049	0,047	0,047	0,047	0,046	0,046
9 meses	0,039	0,034	0,032	0,032	0,032	0,031	0,031
	0,039	0,027	0,025	0,025	0,025	0,024	0,024

CASO B: BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

Duración de la molienda	Consumo de bagazo, toneladas/día						
	120	200	300	330	400	500	600
	(Factor de costo - f.100 - por tonelada de bagazo consumido)						
3 meses	0,075	0,071	0,069	0,069	0,069	0,068	0,068
6 meses	0,039	0,027	0,025	0,025	0,025	0,024	0,024
9 meses	0,039	0,023	0,016	0,014	0,012	0,009	0,009
	(Factor de costo - f.100 - por tonelada de bagazo enfardado)						
3 meses	0,100	0,095	0,092	0,092	0,092	0,091	0,091
6 meses	0,078	0,054	0,050	0,050	0,050	0,048	0,048
9 meses	0,156	0,092	0,064	0,056	0,048	0,036	0,036

7. SUPERFICIE DE ALMACENAMIENTO

a) Cantidad de bagazo almacenado

Caso A: FÁBRICA QUE TRABAJA SÓLO CON BAGAZO ENFARDADO

Cuando se trabaja exclusivamente con bagazo enfardado es importante que los fardos tengan el mismo grado de humedad. Por consiguiente, se calcula que la cantidad mínima de bagazo almacenado (Q mín.) no debe ser menor a dos meses de abastecimiento para asegurar que aquellos estén completamente secos.

$$Q \text{ mín.} = 2 \times 25X$$

$$Q \text{ máx.} = 2 \times 25X + 25n (X_0 - X)$$

$$= 25X (14 - n)$$

$$Q \text{ med.} = 2 \times 25X + 25n (X_0 - X)Z = 12,5X (16 - n)$$

En estas fórmulas X es la tasa de consumo, X₀ la de enfardado y n el número de meses que dura la zafra.

Caso B: BAGAZO FRESCO DURANTE LA ZAFRA

Como no es tan importante que el bagazo esté uniformemente seco, la cantidad mínima almacenada se calcula en el equivalente a un mes de abastecimiento.

$$Q \text{ mín.} = 25X$$

$$Q \text{ máx.} = 25X + 25n (X_0 - X)$$

$$= 25X (13 - n)$$

$$Q \text{ med.} = 12,5X (14 - n)$$

b) Superficie y costo de almacenamiento

Una tonga corriente de bagazo contiene unos 12.000 fardos (alrededor de 1.350 toneladas de bagazo fresco) y ocupa una superficie neta de 37 × 20 metros. Dejando un espacio libre entre las tongas para evitar los incendios y que pasen las líneas férreas, la superficie bruta ocupada por cada tonga será de unos 46 × 32 metros (alrededor de 1.500 metros cuadrados). Resulta entonces que la superficie de almacenamiento necesaria es de:

$$A = \frac{1.350}{1.500} = 0,9 \text{ m}^2/\text{tonelada}$$

En consecuencia, la superficie de almacenamiento adecuada es en metros cuadrados:

$$\text{CASO A: } A = 0,9Q \text{ máx.} = 23,5X (14 - n)$$

$$\text{CASO B: } A = 0,9Q \text{ máx.} = 23,5X (13 - n)$$

Se calcula que para nivelar y enripiar un metro cuadrado de superficie se necesitarán 0,25 horas-hombre y que un metro cúbico de grava basta para cubrir una superficie de 20 metros cuadrados. Si el costo de la mano de obra es Z₁ dólares por hora-hombre y el de la grava Z₂ dólares por metro cúbico, el de construcción de un metro cuadrado de superficie de almacenamiento será:

$$\text{Costo unitario} = 0,25 Z_1 + 0,05 Z_2 = U$$

Por tanto, el costo de construcción en dólares es:

$$\text{CASO A: } Y_1 = 23,5X (14 - n)U$$

$$\text{CASO B: } Y_2 = 23,5X (13 - n)U$$

El costo de inversión —con 5 por ciento de depreciación, 5 por ciento de mantenimiento y 4 por ciento de interés en promedio— es:

$$\text{CASO A: } Z_1 = 3,3X (14 - n)U$$

$$\text{CASO B: } Z_2 = 3,3X (13 - n)U$$

El costo de inversión por tonelada de bagazo es:

$$\text{CASO A: } z_1 = 0,011 (14 - n)U$$

dólares por tonelada de bagazo consumido o enfardado

$$\text{CASO B: } z_2 = 0,011 (13 - n)U$$

dólares por tonelada de bagazo consumido

$$\text{CASO B: } z_3 = \frac{0,132}{12-n} (13 - n)U$$

dólares por tonelada de bagazo enfardado

A continuación se enumeran los factores (f) por los cuales hay que multiplicar el costo unitario de construcción para obtener el de inversión correspondiente a la superficie de almacenamiento por tonelada de bagazo, para zafra de distinta duración. (Nótese que el costo de inversión por tonelada es independiente del tamaño de la operación).

	Duración de la zafra (meses)			
	3	6	9	12
Caso A: Factor de costo (f ₁) por tonelada de bagazo consumido o enfardado	0,121	0,088	0,055	0,022
Caso B: Factor de costo (f ₂) por tonelada de bagazo consumido	0,110	0,077	0,044	..
Caso B: Factor de costo (f ₃) por tonelada de bagazo enfardado	0,147	0,154	0,176	..

En el gráfico 12 (VII) se expresan también estos valores.

8. SEGUROS E INTERESES CORRESPONDIENTES AL BAGAZO ALMACENADO

El seguro se calcula en 1,5 por ciento y el interés del capital en 8 por ciento, es decir, que el costo de inversión por estos rubros es de 9,5 por ciento.

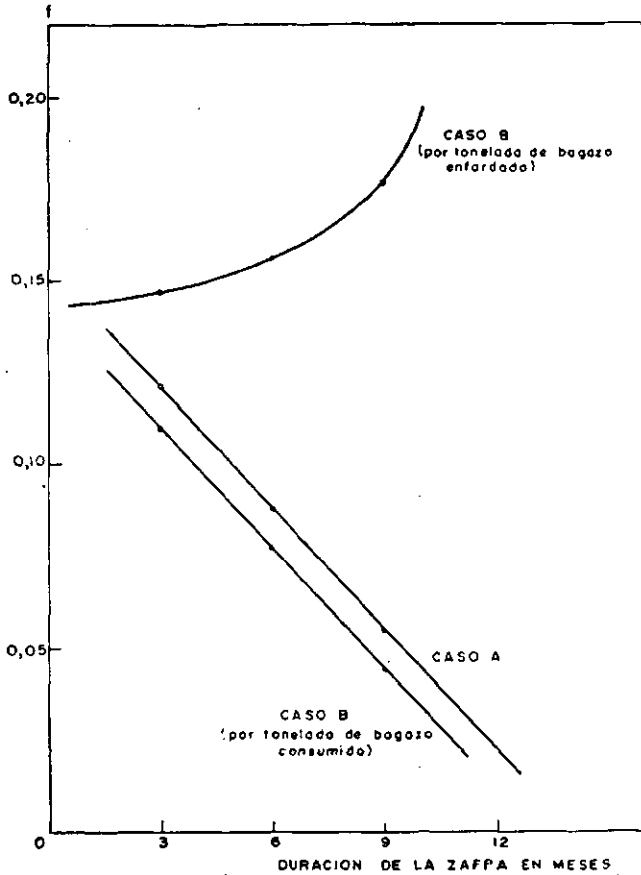
Cantidad media almacenada (véanse las páginas anteriores):

$$\text{CASO A: } Q \text{ med.} = 12,5X (16 - n)$$

$$\text{CASO B: } Q \text{ med.} = 12,5X (14 - n)$$

Gráfico 12 (VII)

FACTOR DE COSTO (f) PARA EL PATIO DE ALMACENAMIENTO



Suponiendo que el valor del bagazo *enfiardado* sea de Z_b dólares por tonelada, el costo anual por seguro e intereses será:

$$\text{CASO A: } 12,5X (16 - n) \frac{9,5 Z_b}{100}$$

$$\text{CASO B: } 12,5X (14 - n) \frac{9,5 Z_b}{100}$$

El costo por tonelada de bagazo consumido será:

$$\text{CASO A: } 0,00396 (16 - n) Z_b$$

$$\text{CASO B: } 0,00396 (14 - n) Z_b$$

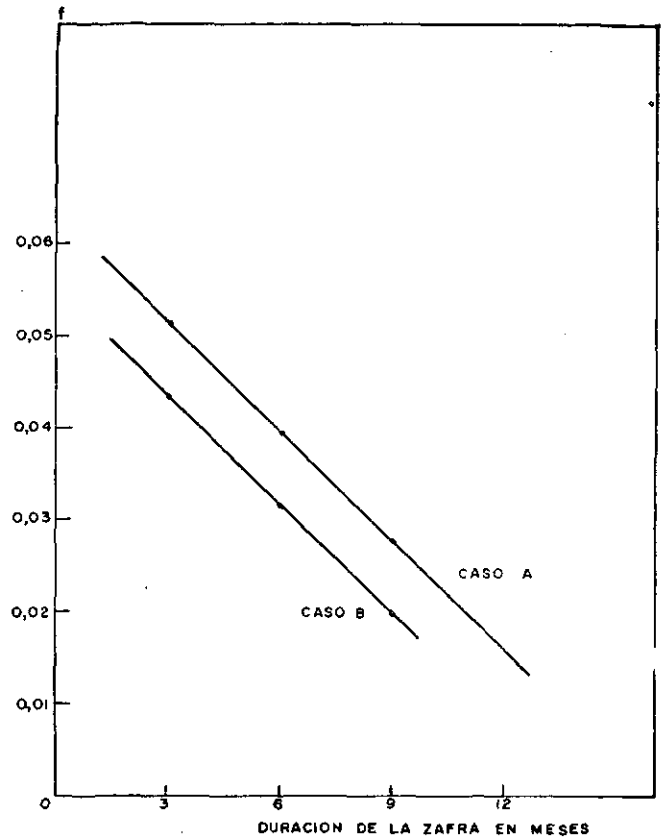
A continuación se enumeran los factores de costo (f) por los cuales hay que multiplicar el vapor por tonelada del bagazo (*enfiardado*) para obtener el costo del seguro e intereses del bagazo almacenado, por tonelada *consumida*, para zafras de distinta duración.

	Duración de la zafra (meses)			
	3	6	9	12
CASO A: Factor de costo (f_1) . . .	0,0515	0,0396	0,0277	0,0158
CASO B: Factor de costo (f_2) . . .	0,0435	0,0316	0,0197	—

Estos valores se expresan también en el gráfico 13 (VII).

Gráfico 13 (VII)

FACTORES DE COSTO POR INTERES Y SEGURO CORRESPONDIENTES AL BAGAZO ALMACENADO



9. COSTO DE SUSTITUCIÓN DEL BAGAZO EN LOS SEIS PAÍSES ESTUDIADOS

Se han analizado por su orden cada uno de los elementos de costo que forman el costo total de sustitución del bagazo. Se hizo tal análisis en términos generales, previendo dos modalidades de trabajo (exclusivamente con bagazo *enfiardado* —Caso A— y con bagazo fresco y *enfiardado* durante la zafra y en las demás épocas, respectivamente —Caso B— y zafras de diferentes duraciones. Se ha supuesto que determinados factores —por ejemplo, el costo del alambre para *enfiardar*, los tipos de interés y de seguro, la grava por metro cúbico— no dependen de la ubicación del ingenio. Otros, en cambio —como los costos del petróleo, de la mano de obra y de la construcción—, pueden sufrir grandes variaciones de un país a otro y aun de un lugar a otro dentro de un mismo país. Por consiguiente, para obtener una estimación del costo de sustitución del bagazo en un país dado, habrá que utilizar las conclusiones generales mencionadas a la luz de costos locales adecuados. En los cuadros que se ofrecen a continuación se ha seguido tal procedimiento en los seis países que fueron objeto de estudios especiales —la Argentina, el Brasil, Cuba, México, el Perú y Venezuela—. En el último de ellos —cuadro 7 (VII)— se comparan los costos del bagazo en estos seis países considerando fábricas de tres tamaños diferentes y ambas modalidades de trabajo.

Cuadro I (VII)

ARGENTINA

Provincia de Tucumán. Duración de la zafra: 6 meses

	Caso A Exclusivamente con bagazo enfardado			Caso B Bagazo fresco durante la zafra					
	Tamaño de la fábrica Tons/día			Tamaño de la fábrica Tons/día					
	20	50	100	20		50		100	
			a	b	a	b	a	b	
Valor del combustible reemplazante ^c	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20
Alambre para enfardar	0,29	0,29	0,29	0,15	0,29	0,15	0,29	0,15	0,29
Costo de conversión de la caldera	0,18	0,12	0,10	0,18	0,18	0,12	0,12	0,10	0,10
Costo de inversión en la instalación enfardadora ^d	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02
Costo de inversión en el patio de almacenamiento ^e	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03
Costo de inversión en el equipo	0,38	0,23	0,20	0,27	0,53	0,15	0,29	0,12	0,24
Mano de obra ^f	1,90	1,51	1,40	1,25	2,47	0,85	1,66	0,74	1,47
	7,99	7,39	7,23	7,07	8,74	6,48	7,61	6,34	7,35
Seguro e interés, bagazo almacenado	0,32	0,29	0,29	0,28	...	0,27	...	0,23	...
Costo total, dólares por tonelada de bagazo consumido	8,31	7,68	7,52	7,35	...	6,72	...	6,57	...

^a Por tonelada de bagazo consumido.^b Por tonelada de bagazo enfardado.^c Petróleo combustible: 31,20 dólares por tonelada.^d Costo de construcción: 45 dólares por m².^e Mano de obra: 0,48 dólares por hora-hombre.^f Grava: 1,92 dólares por m³.^g Mano de obra: 1,05 dólares por hora-hombre.

Cuadro 2 (VII)

BRASIL

Estado de São Paulo. Duración de la zafra: 6 meses

	Caso A Exclusivamente con bagazo enfardado			Caso B Bagazo fresco durante la zafra					
	Tamaño de la fábrica Tons/día			Tamaño de la fábrica Tons/día					
	20	50	100	20		50		100	
			a	b	a	b	a	b	
Valor del combustible reemplazante ^c	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Alambre para enfardar	0,29	0,29	0,29	0,15	0,29	0,15	0,29	0,15	0,29
Costo de conversión de la caldera	0,18	0,12	0,10	0,18	0,18	0,12	0,12	0,10	0,10
Costo de inversión en la instalación enfardadora ^d	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06	0,02	0,04	0,02	0,04
Costo de inversión en el patio de almacenamiento ^e	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06
Costo de inversión en el equipo	0,38	0,23	0,20	0,27	0,53	0,15	0,29	0,12	0,24
Mano de obra ^f	0,82	0,65	0,60	0,53	1,05	0,36	0,71	0,31	0,63
	7,74	7,36	7,26	7,19	8,17	6,83	7,51	6,73	7,36
Seguro e interés, bagazo almacenado	0,31	0,29	0,29	0,26	...	0,24	...	0,23	...
Costo total, dólares por tonelada de bagazo consumido	8,05	7,65	7,55	7,45	...	7,07	...	6,96	...

^a Por tonelada de bagazo consumido.^b Por tonelada de bagazo enfardado.^c Petróleo combustible: 36,00 dólares por tonelada.^d Costo de construcción: 78,12 dólares por m².^e Mano de obra: 0,31 dólares por hora-hombre.^f Grava: 6,25 dólares por m³.^g Mano de obra: 0,45 dólares por hora-hombre.

Cuadro 3 (VII)

CUBA

Duración de la zafra: 3 meses

	Caso A Exclusivamente con bagazo enfardado			Caso B Bagazo fresco durante la zafra					
	Tamaño de la fábrica Tons/día			Tamaño de la fábrica Tons/día					
	20	50	100	20		50		100	
			a	b	a	b	a	b	
Valor del combustible reemplazante ^a	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72	3,72
Alambre para enfardar	0,29	0,29	0,29	0,21	0,29	0,21	0,29	0,21	0,29
Costo de conversión de la caldera	0,26	0,21	0,19	0,26	0,26	0,21	0,21	0,19	0,19
Costo de inversión en la instalación enfardadora ^d	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,06	0,04	0,05
Costo de inversión en el patio de almacenamiento ^e	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07
Costo de inversión en el equipo	0,46	0,32	0,29	0,33	0,44	0,27	0,36	0,25	0,33
Mano de obra ^f	1,38	1,19	1,13	1,07	1,43	0,96	1,21	0,86	1,14
	<u>6,23</u>	<u>5,84</u>	<u>5,73</u>	<u>5,69</u>	<u>6,27</u>	<u>5,46</u>	<u>5,92</u>	<u>5,32</u>	<u>5,79</u>
Seguro e interés, bagazo almacenado	0,32	0,30	0,29	0,27	...	0,26	...	0,25	...
Costo total, dólares por tonelada de bagazo consumido	6,55	6,14	6,02	5,96	...	5,72	...	5,57	...

^a Por tonelada de bagazo consumido.^b Por tonelada de bagazo enfardado.^c Petróleo combustible: 22,30 dólares por tonelada.^d Costo de construcción: 60,00 dólares por m².^e Mano de obra: 0,75 dólares por hora-hombre.Grava: 6,00 dólares por m³.^f Mano de obra: 0,87 dólares por hora-hombre.

Cuadro 4 (VII)

MEXICO

Zona de Veracruz. Duración de la zafra: 6 meses

	Caso A Exclusivamente con bagazo enfardado			Caso B Bagazo fresco durante la zafra					
	Tamaño de la fábrica Tons/día			Tamaño de la fábrica Tons/día					
	20	50	100	20		50		100	
			a	b	a	b	a	b	
Valor del combustible reemplazante ^a	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Alambre para enfardar	0,29	0,29	0,29	0,15	0,29	0,15	0,29	0,15	0,29
Costo de conversión de la caldera	0,18	0,12	0,10	0,18	0,18	0,12	0,12	0,10	0,10
Costo de inversión en la instalación enfardadora ^d	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Costo de inversión en el patio de almacenamiento ^e	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Costo de inversión en el equipo	0,38	0,38	0,20	0,27	0,53	0,15	0,29	0,12	0,24
Mano de obra ^f	0,40	0,32	0,29	0,26	0,52	0,17	0,35	0,15	0,31
	<u>2,31</u>	<u>2,02</u>	<u>1,94</u>	<u>1,92</u>	<u>2,59</u>	<u>1,65</u>	<u>2,11</u>	<u>1,58</u>	<u>2,00</u>
Seguro e interés, bagazo almacenado	0,09	0,08	0,08	0,08	...	0,07	...	0,06	...
Costo total, dólares por tonelada de bagazo consumido	2,40	2,10	2,02	2,00	...	1,72	...	1,64	...

^a Por tonelada de bagazo consumido.^b Por tonelada de bagazo enfardado.^c Petróleo combustible: 6,24 dólares por tonelada.^d Costo de construcción: 23 dólares por m².^e Mano de obra: 0,10 dólares por hora-hombre.Grava: 1,20 dólares por m³.^f Mano de obra: 0,22 dólares por hora-hombre.

Cuadro 5 (VII)

PERU

Duración de la zafra: 9 meses

	Caso A Exclusivamente con bagazo enfardado			Caso B Bagazo fresco durante la zafra					
	Tamaño de la fábrica Tons/día			Tamaño de la fábrica Tons/día					
	20	50	100	20		50		100	
			a	b	a	b	a	b	
Valor del combustible reemplazante ^a	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49
Alambre para enfardar	0,29	0,29	0,29	0,07	0,29	0,07	0,29	0,07	0,29
Costo de conversión de la caldera	0,15	0,09	0,08	0,15	0,15	0,09	0,09	0,08	0,08
Costo de inversión en la instalación enfardadora ^d	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	...	0,02	...	0,01
Costo de inversión en el patio de almacenamiento ^e	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Costo de inversión en el equipo	0,37	0,20	0,17	0,27	0,96	0,13	0,50	0,10	0,42
Mano de obra ^f	0,21	0,15	0,14	0,11	0,45	0,06	0,27	0,04	0,18
	<u>2,53</u>	<u>2,24</u>	<u>2,19</u>	<u>2,08</u>	<u>3,40</u>	<u>1,85</u>	<u>2,65</u>	<u>1,79</u>	<u>2,49</u>
Seguro e interés, bagazo almacenado	0,07	0,06	0,06	0,07	...	0,05	...	0,05	...
Costo total, dólares por tonelada de bagazo consumido	2,60	2,30	2,25	2,15	...	1,90	...	1,84	...

^a Por tonelada de bagazo consumido.^b Por tonelada de bagazo enfardado.^c Petróleo combustible: 8,95 dólares por tonelada.^d Costo de construcción: 27,50 dólares por m².^e Mano de obra: 0,15 dólares por hora-hombre.^f Grava: 2,05 dólares por m³.^g Mano de obra: 0,10 dólares por hora-hombre.

Cuadro 6 (VII)

VENEZUELA

Duración de la zafra: 3 meses

	Caso A Exclusivamente con bagazo enfardado			Caso B Bagazo fresco durante la zafra					
	Tamaño de la fábrica Tons/día			Tamaño de la fábrica Tons/día					
	20	50	100	20		50		100	
			a	b	a	b	a	b	
Valor del combustible reemplazante ^a	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
Alambre para enfardar	0,29	0,29	0,29	0,21	0,29	0,21	0,29	0,21	0,29
Costo de conversión de la caldera	0,26	0,21	0,19	0,26	0,26	0,21	0,21	0,19	0,19
Costo de inversión en la instalación enfardadora ^d	0,08	0,07	0,07	0,06	0,08	0,06	0,07	0,05	0,07
Costo de inversión en el patio de almacenamiento ^e	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07
Costo de inversión en el equipo	0,46	0,32	0,29	0,33	0,44	0,27	0,36	0,25	0,33
Mano de obra ^f	1,07	0,92	0,87	0,83	1,11	0,70	0,93	0,66	0,88
	<u>3,81</u>	<u>3,46</u>	<u>3,36</u>	<u>3,33</u>	<u>3,84</u>	<u>3,09</u>	<u>3,52</u>	<u>3,00</u>	<u>3,42</u>
Seguro e interés, bagazo almacenado	0,20	0,18	0,17	0,17	...	0,15	...	0,15	...
Costo total, dólares por tonelada de bagazo consumido	4,01	3,64	3,53	3,50	...	3,24	...	3,15	...

^a Por tonelada de bagazo consumido.^b Por tonelada de bagazo enfardado.^c Petróleo combustible: 9,55 dólares por tonelada.^d Costo de construcción: 80 dólares por m².^e Mano de obra: 0,45 dólares por hora-hombre.^f Grava: 7 dólares por m³.^g Mano de obra: 0,67 dólares por hora-hombre.

Cuadro 7 (VII)

COSTO DEL BAGAZO EN SEIS PAISES LATINOAMERICANOS

(Dólares por tonelada de bagazo fresco)

	Caso A Exclusivamente con bagazo enfiardado			Caso B Con bagazo fresco durante la zafra		
	Tamaño de la fábrica Tons/día			Tamaño de la fábrica Tons/día		
	20	50	100	20	50	100
Argentina	8,31	7,68	7,52	7,35	6,72	6,57
Brasil	8,05	7,65	7,55	7,45	7,07	6,96
Cuba	6,55	6,14	6,02	5,96	5,72	5,57
México	2,40	2,10	2,02	2,00	1,72	1,64
Perú	2,60	2,30	2,25	2,15	1,90	1,84
Venezuela	4,01	3,64	3,53	3,50	3,24	3,15

Anexo VIII

Cuadro I (VIII)

AMERICA LATINA: NOMINA DE LAS FABRICAS DE PAPEL Y PASTA A BASE DE BAGAZO

<i>País</i>	<i>Nombre de la fábrica</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Tipo de fábrica</i>	<i>Materia prima Procedencia</i>	<i>Separación de la médula</i>	<i>Combusti- ble usado</i>	<i>Productos químicos</i>	<i>Procedi- miento</i>	<i>Blanqueo</i>	<i>Capa- cidad</i>	<i>Producto final</i>
Argentina	Celulosa Argentina	1. Capitán Bermúdez, cerca de Rosario ^a	Integrada	De ingenios independientes de la zona de Tucumán	Sí. (Método seco)	Petróleo	Planta electrolítica propia	Soda cáustica-cloro (Celdecor)	Sí.	75 tons/día	En mezcla con pasta al sulfato blanqueada producida en la misma fábrica para elaborar papeles bond liviano, para revista y pesado para impresión
		2. Tucumán	Integrada	Idem.	No	Petróleo		A la soda modificada	No.	6.000 tons/año	En mezcla con desperdicios de papel y pasta kraft sin blanquear para elaborar papel para envolver y para sacos.
Brasil	Refinadora Paulista	Monte Alegre cerca de Piracicaba, Estado de São Paulo	Integrada	De ingenios propios cercanos a la fábrica	Sí. (Método seco)	Petróleo y algo de leña (eucalipto)	Planta electrolítica propia	Soda cáustica-cloro (Celdecor)	Sí.	Espera alcanzar pronto 50 tons/día	En mezcla con pequeñas cantidades de pasta al sulfito blanqueada para fabricar papeles bond liviano hasta pesado para impresión. ^b
Colombia	Cartón Colombia	Cerca de Cali	(No se conocen detalles. La fábrica produce una pequeña cantidad de pasta de bagazo que mezcla con pasta importada para fabricar cartón).								
México	Compañía Industrial San Cristóbal	Ecatepec cerca de México, D. F.	Integrada	De ingenios independientes de la región de Zcatepec ^c	Sí. (Método húmedo en equipo especialmente diseñado) ^d	Petróleo	Soda cáustica por caustificación de carbonato de sodio contenido en salmueras naturales	Mecano-químico	No.	27-30 tons/día	La pasta húmeda sin blanquear se vende a las fábricas de papel de México, D. F. También se elabora papel para envolver y para sacos mezclándola con pastas kraft sin blanquear nacionales.
	Fábrica de Celulosa El Pilar	Ayotla, ^e próxima a México, D. F.	No integrada	De ingenios independientes ^f	Sí. (Método seco)	Petróleo	Planta electrolítica propia	Soda cáustica-cloro (Celdecor)	Sí.	25 tons/día	La fábrica vende su producción a otra fábrica para elaborar papel bond.
Perú	W. R. Grace	Paramonga	Integrada	De ingenios propios cercanos a la fábrica ^g			Planta electrolítica propia	Al sulfato modificado ^h	No.	12 a 15 mil tons/año	En mezcla con pasta importada y desperdicios de papel para elaborar papeles de envolver para sacos y corrugado.
	Celulósica Papelera del Norte, S. A.	Cayaltí, cerca de Chiclayo	Integrada	Directamente de ingenio adyacente ⁱ	No.					3.000 tons/año	Papeles para envolver de colores.

^a Esta fábrica trabaja normalmente con paja de trigo y madera, pero usa bagazo ocasionalmente.

^b También vende pasta húmeda a otros fabricantes de papel en São Paulo.

^c La compañía se ha hecho cargo de los gastos de conversión de la caldera para quemar petróleo en aquellos ingenios que la abastecen con bagazo. También paga el petróleo que se consume y el transporte del bagazo hasta la fábrica; mantiene instalaciones para enfardar en los ingenios.

^d Se está instalando la maquinaria para hacer forraje con melaza y médula.

^e En construcción; está por terminarse.

^f El bagazo se usa en estado fresco directamente del ingenio o seco al aire después de enfardado y almacenado.

^g La fábrica está diseñada para emplear bagazo fresco del ingenio sin desmedularlo o almacenarlo.

^h El procedimiento empleado es uno desarrollado y patentado por el señor Pedro Mestres.

Cuadro 2 (VIII)

ARGENTINA: INGENIOS AZUCAREROS DE LA PROVINCIA DE TUCUMAN, 1953

<i>Ingenio</i>	<i>Caña molida (Toneladas)</i>	<i>Producción de bagazo^a (Miles de toneladas)</i>
1 Aquiles	196.659	61,4
2 Amalia	214.377	61,1
3 Bella Vista	458.359	135,7
4 Concepción	780.075	227,6
5 Cruz Alta	205.263	57,6
6 La Corona	240.232	76,3
7 La Fronterita	224.557	57,1
8 La Providencia	214.136	64,3
9 La Florida	358.200	109,4
10 Lastenia	173.446	54,8
11 La Trinidad	375.210	108,9
12 Nueva Baviera	207.350	65,7
13 Leales	204.002	61,7
14 Los Ralos	277.139	87,5
15 Marapa	231.454	68,6
16 Mercedes	222.272	70,3
17 Nuñeros	222.968	56,8
18 San Antonio	216.319	60,0
19 San José	154.486	48,6
20 San Juan	272.100	79,8
21 San Pablo	451.140	115,0
22 San Ramón	165.317	52,1
23 Santa Ana	333.575	95,9
24 Santa Bárbara	158.291	49,0
25 Santa Lucía	310.190	85,8
26 Santa Rosa	181.322	57,6
27 Esperanza	165.086	49,6
Total	7.213.523	2.118,5

^a 50 por ciento de humedad.

Cuadro 3 (VIII)

BRASIL: INGENIOS AZUCAREROS DEL ESTADO DE SÃO PAULO, 1953/54

Ingenio			Ingenio				
	Caña molida (Miles de toneladas)	Producción de bagazo ^a (Miles de toneladas)		Caña molida (Miles de toneladas)	Producción de bagazo ^a (Miles de toneladas)		
1	Azucareira da Serra	41,8	10,8	51	Santana - LV & Cia.	30,2	7,8
2	Albertina	28,3	7,3	52	Santa Bárbara	225,9	58,2
3	Amalia	214,1	55,2	53	Santa Carlota	—	—
4	Anhumas	34,6	8,9	54	Santa Clara	38,1	9,8
5	Azanha	39,6	10,2	55	Santa Cruz	90,6	23,3
6	Barbacena	159,9	41,2	56	Santa Cruz, S. A.	56,6	14,6
7	Barra Grande	61,6	15,9	57	Santa Elisa	120,3	31,0
8	Barreirinho	55,0	14,2	58	Santa Elena	128,2	33,0
9	Belavista	62,6	16,1	59	Santa Lidia	68,5	17,6
10	Bao Vista	85,7	22,1	60	Santa Lina	30,4	7,8
11	Bomfim	52,4	13,5	61	Santa Lucia - IS	28,9	7,4
12	Bom Jesus	57,2	14,7	62	Santa Lucia - S. A.	86,0	22,2
13	Bom Retiro	57,3	14,8	63	Santa Teresinha	34,9	9,0
14	Campestre	31,9	8,2	64	Santo Alexandre	7,2	1,9
15	Caçandura	25,8	6,6	65	Santo Antonio - AB	66,8	17,2
16	Chibarro	8,8	2,3	66	Santo Antonio, S. A.	29,1	7,5
17	Costa Pinto	213,4	55,0	67	São Bento	27,2	7,0
18	Da Barra Rhodia	—	—	68	São Carlos	36,4	9,4
19	Da Barra, S. A.	261,8	67,4	69	São Franco, Ltd.	36,5	9,4
20	Da Pedra	169,8	43,7	70	São Franc. LBO	140,0	36,1
21	Das Palmeiras	92,8	23,9	71	São Francisco, S. A.	52,1	13,4
22	De Cilio	164,7	42,4	72	São Geraldo	82,7	21,3
23	Diamante	68,0	17,5	73	São Gerônimo	30,2	7,8
24	Ester	285,7	73,6	74	São Joaq.	249,2	64,2
25	Furlan	29,1	7,5	75	São Jorge	46,8	12,1
26	Indiana	19,1	4,9	76	São José - LJA	7,7	2,0
27	Iracema	342,0	88,1	77	São José - LD	28,9	7,4
28	Itaquara	117,3	30,2	78	São José - S.N.T.	—	—
29	Itaquere	92,3	23,8	79	São José - Z.L.	72,5	18,7
30	João	—	—	80	São José - DA CATCH	—	—
31	Junqueira	398,3	102,6	81	São Luis - B. R.	30,8	7,9
32	Lambari	24,0	6,2	82	São Luiz - S. A.	25,5	6,6
33	Maluf	5,1	1,3	83	São Manoel	49,1	12,6
34	Maracá	16,8	4,3	84	São Maitinho	201,2	51,8
35	Maria Isabel	25,5	6,6	85	São Vicente	123,4	31,8
36	Marrinópolis	29,3	7,5	86	Schimidt	47,6	12,3
37	Miranda	82,0	21,1	87	Tabajara	60,2	15,5
38	Modelo	99,5	25,6	88	Tamadupá	53,6	13,8
39	Monte Alegre	249,6	64,3	89	Tamoio	427,5	110,1
40	N. S. Aparecida - B. C.	81,7	21,0	90	Varjao	43,9	11,3
41	N. S. Aparecida - V. O.	123,6	31,8	91	Vassununga	164,0	42,2
42	Nova America	27,0	7,0	92	Zanin	41,9	10,8
43	Paredao	80,7	20,8	93	Guraniture	3,5	0,9
44	Perdigao	38,6	9,9	94	Maringá	—	—
45	Piracicaba	268,2	69,1	95	Pouco Alegre	14,7	3,8
46	Porto Feliz	256,4	66,0	96	Santa Maria	29,3	7,5
47	Rafard	232,8	60,0	97	Santa Rosa	18,0	4,6
48	Santa Adelaide	92,2	23,8	98	São Domingo	1,9	0,5
49	Santa Adelia	49,4	12,7	99	Storani	—	—
50	Santana - FSG & IR	12,8	3,3				
				Total	8.254,5	2.126,4	

^a 50 por ciento de humedad.

Comparación con las zafra anteriores

Años	Caña molida (Miles de toneladas)	Producción de bagazo (Miles de toneladas)
1949—50	4.196,0	1.080,9
1950—51	4.750,4	1.223,7
1951—52	5.721,2	1.473,8
1952—53	6.651,7	1.713,5

Cuadro 4 (VIII)

CUBA: DATOS SOBRE SIETE INGENIOS AZUCAREROS DE LA PROVINCIA DE CAMAGÜEY, 1953

Ingenio	Caña molida (Miles de toneladas)	Producción de bagazo ^a (Miles de toneladas)
1 Adelaida	332,7	83,0
2 Cunagua	546,1	136,5
3 Jarouú	881,1	220,5
4 Lugareño	425,2	106,3
5 Morón	990,6	247,7
6 Senado	394,0	98,5
7 Violeta	588,2	147,1
Total	4.157,9	1.039,6

^a 50 por ciento de humedad.

Cuadro 5 (VIII)

AMERICA LATINA: EVALUACION DE EXCEDENTES Y DEFICIT DE BAGAZO EN DETERMINADOS PAISES

País	En relación con las necesidades de vapor		En relación con generación de vapor	Observaciones
	Relación azúcar refinado producido/total azúcar producido	Relación litros de alcohol producido/toneladas total azúcar producido		
Argentina ^a (Provincia de Tucumán)	0,45	130	i) Prácticamente todo el bagazo producido (99,5 por ciento) se quema como combustible, más ii) 0,38 toneladas de leña por tonelada de azúcar producido que se queman como combustible adicional. iii) 0,031 toneladas de petróleo combustible por tonelada de azúcar producido también se queman como combustible adicional.	i) Las necesidades de vapor son algo elevadas y no hay excedente, sino más bien déficit de bagazo. ii) La necesidad de combustibles adicionales se explica por la gran cantidad de azúcar refinado y de alcohol que se obtiene por tonelada del total de azúcar producido.
Brasil ^b (Estado de Sao Paulo)	0,13	173	i) Toda la producción de bagazo se quema como combustible. ii) El uso de la leña es bastante común. iii) Algunos ingenios necesitan comprar energía eléctrica de fuentes externas.	Se observa un déficit general de bagazo para la generación de vapor, si bien éste es menor que en el caso de Tucumán.
Cuba ^c	0,10	0,97	i) Con excepción de los ingenios con refinería, por lo general los "ingenios comunes" no necesitan combustibles adicionales (salvo cantidades muy pequeñas de petróleo combustible que algunos requieren en los comienzos). ii) Algunos ingenios "comunes", con el equipo que poseen, podrían fácilmente disponer de excedentes de bagazo si pusieran mayor cuidado en el empleo del vapor y siempre que encuentren justificación económica.	i) Se observa un pequeño excedente de bagazo. ii) Como por lo común no encuentran justificación económica para ahorrar bagazo, los ingenios con excedentes potenciales prefieren destinar el exceso de bagazo a sus calderas las que en consecuencia pasan a desempeñar el doble papel de calderas alimentadas por bagazo e incineradores de excedentes de bagazo.
México	(No se obtuvieron detalles de la distribución del total de azúcar producido (crudo y refinado) ni de la elaboración de alcohol. En algunos ingenios el consumo de combustible adicional, además del bagazo, se calcula entre 8 y 18 kilos por tonelada de caña molida, lo que equivale, aproximadamente a 0,08 y 0,18 toneladas de petróleo por tonelada de azúcar producido).			
Perú ^d	0,23	28 ^e	No se obtuvieron impresiones generales o informaciones sobre el excedente o déficit de bagazo o las necesidades de combustible adicional en los ingenios azucareros.	
Venezuela	(No se obtuvo información detallada de la distribución del total de azúcar producido (crudo y refinado) o de la elaboración de alcohol. De los datos concretos referentes a un solo ingenio que refina todo el azúcar que produce se deduce un consumo de combustible adicional de unas 0,18 toneladas de petróleo combustible por tonelada de azúcar).			

^a Del análisis de los datos disponible para los 27 ingenios que funcionaron en 1953 en la provincia de Tucumán.^b De las estadísticas de producción de 99 ingenios azucareros que funcionaron en el Estado de São Paulo en el año 1953.^c Basado en los datos correspondientes a 161 ingenios que funcionaron en 1952.^d Tomado de las estadísticas de producción de azúcar de 1952.^e Relación para 1953: $\frac{\text{litros de alcohol producido}}{\text{total azúcar producido}}$ (en los ingenios y en todas partes).

Cuadro 6 (VIII)

AMERICA LATINA: DISPONIBILIDAD DE PRODUCTOS QUIMICOS, COMBUSTIBLE, ENERGIA Y AGUA EN DETERMINADOS PAISES

<i>Rubro</i>	<i>Argentina</i>	<i>Brasil</i>	<i>Cuba</i>	<i>México</i>	<i>Perú</i>	<i>Venezuela</i>
Alumbre	De Buenos Aires	Importado	Importado	De fuentes nacionales	Importado	Importado
Soda Cáustica . .		Producción nacional limitada. Importación necesaria	Importada	Producción nacional limitada. Importación necesaria		Importada
Cloro		Producción nacional limitada. Importación necesaria	Importado		Exceso de abastecimiento nacional. Se exporta a los países vecinos.	
Piedra caliza . . .	De buena calidad procedente de Córdoba y San Juan	Se obtiene en abundancia de Minas Gerais	Abastecimiento nacional	Abastecimiento nacional	Abastecimiento nacional	Abundante producción nacional
Cal viva						
Sal	De buena calidad procedente de las salinas de la provincia de Córdoba	Ahora sólo se obtiene sal de buena calidad en la distante región noreste del país	Abastecimiento nacional	Abastecimiento nacional de buena calidad	Abastecimiento nacional	Abastecimiento nacional
Carbonato de sodio	Importado	Importado	Importado	Importado	Importado	Importado
Sulfato de sodio	De buena calidad proveniente de los depósitos de la provincia de San Juan	Abastecimiento nacional limitado. Importación necesaria	Abastecimiento nacional	Importado	Importado	Importado
Azufre		Importado	Importado	Abastecimiento nacional	Abastecimiento nacional	Importado. Producción nacional muy pequeña
Energía	No hay por el momento. Se proyecta una planta de 24 mil KW	Se encuentra en preparación un programa de electrificación pero es probable que no se disponga de energía eléctrica hasta dentro de cinco años	No hay disponible	Por lo general no hay disponible	Por lo general no hay disponible	Por lo general no hay disponible
Agua	Buen abastecimiento (ríos)	Buen abastecimiento (ríos)	Problemático (tal vez pozos en todos los lugares)	Probablemente de río (también se dice que hay abundantes aguas subterráneas)	Gran escasez. Es probable que el problema de abastecimiento sea agudo	En la mayoría de los lugares el abastecimiento de agua es adecuado (lago o río)
Petróleo	De la provincia de Salta (precio elevado)	Importado (caro)	Importado (caro)	Abastecimiento nacional (barato)	Nacional e importado (barato)	Abastecimiento nacional (barato)

Cuadro 7 (VIII)

AMERICA LATINA: PRECIO DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS EN DETERMINADOS PAISES

(Por tonelada)

Rubro	Argentina ^a		Brasil ^b		Cuba		México		Perú		Venezuela	
	Pesos	Dólares	Cruceros	Dólares	1 dólar = 1 peso Pesos	Dólares	1 dólar = 12,5 pesos Pesos	Dólares	1 dólar = 20 soles Soles	Dólares	1 dólar = 3,35 bolívares Bolívares	Dólares
Sulfato de sodio.	400 Nacional de los depósitos naturales de San Juan	32,00	1.800 Conversión al tipo de cambio de paridad. Se produce algo en el país y se importa una pequeña cantidad	56,25	47 Nacional	47,00	690 Nacional	55,20	1.660 Importado	83,00	273 Importado	81,49
Sal	185 Nacional	14,80	1.000 Nacional del noreste	31,25	27,50 Nacional	27,50	200 Nacional	16,00	100 Nacional	5,00	70 Nacional	20,90
Soda cáustica.	1.235 Nacional de Celulosa Argentina, Rosario; también importada	98,80	5.000 Conversión al tipo de cambio de paridad	156,25	100 Importada; en parte nacional	100	1.000 Importada y nacional	80,00	1.750	87,50	300 Importada	89,55
Ceniza de soda.	745 Importada	59,60	5.000 (III) Importada; en parte nacional	93,46	75 Importada	75	790 Nacional e importada	63,20	1.620 Importada	81,00	250 Importada	74,63
Piedra caliza.	65 Nacional	5,20	200 (paridad) Nacional	6,25	5 Nacional	5,00	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Cal viva.	420 Nacional	33,60	700 (paridad) Nacional, de Minas Gerais	21,87	30 Nacional	30	70 Nacional. Cal apagada a 110 pesos también nacional	5,60	500	25,00	42 Nacional	12,54
Azufre.	1.020 Nacional, de Salta	81,60	3.300 (III) Importado	61,68	39 Importado	39,00	763 Nacional	53,00	1.700	85,00	230 Importado	68,65
Alumbre.	1.135 Nacional, de Buenos Aires	90,80	6.000 (III) Importado	112,15	105 Importado	105,00	650 Nacional	52,00	1.020	51,00	— —	— —
Cloro.	735 Nacional, de Celulosa Argentina, Rosario	58,80	9.000 (paridad) Importada. Nacional en parte. Conversión al tipo de cambio de paridad	281,25	355 Nacional	355,00	6.000 Nacional e importada	480,00	4.640 Nacional (W. R. Grace)	232,00	1.050 Importada	313,43

^a La conversión de pesos argentinos a dólares de Estados Unidos se hizo al tipo de cambio de paridad de 12,50 pesos por dólar. El tipo de cambio de paridad es el mismo que aparece en el *Estudio Económico de América Latina, 1952*, p. 33 (nota sobre metodología), aplicable a 1950. Para 1953, se multiplicó el tipo de cambio de paridad por el cociente de los índices de costo de vida correspondientes a la Argentina y los Estados Unidos en ese año. Para facilitar los cálculos, se redondeó a 12,50 el cociente que se obtuvo (12,35).

^b La conversión de los cruceros a dólares se hizo a base de los siguientes tipos de cambio: para los productos importados: Categoría I (petróleo combustible), 24 cruceros por dólar; Categoría II (pasta de madera para la fabricación de papel), 32,7 cruceros por dólar; Categoría III (ceniza de soda, alumbre, azufre, maquinaria), 53,5 cruceros por dólar; Categoría IV (sulfato de sodio), 81,6 cruceros por dólar; Categoría V (soda cáustica, cloro), 119,8 cruceros por dólar. El tipo de cambio de paridad para los productos de fabricación nacional fué de 32 cruceros por dólar. La conversión para la soda cáustica y el cloro se hizo al tipo de cambio de paridad.

Cuadro 8 (VIII)

AMERICA LATINA: TASAS DE INTERES Y PRECIOS DE PETROLEO, ENERGIA, MANO DE OBRA Y EDIFICACION EN DETERMINADOS PAISES

Rubro	Argentina ^a		Brasil ^b		Cuba ^c		México ^d		Perú		Venezuela	
	Pesos	Dólares	Cruceros	Dólares	1 dólar = 1 peso		1 dólar = 12,5 pesos		1 dólar = 20 soles		1 dólar = 3,35 bolívares	
					Pesos	Dólares	Pesos	Dólares	Soles	Dólares	Bolívares	Dólares
Petróleo combustible (ton.)	390	31,20	860	36,00	22,30	22,30	78	6,24	179	8,95	32	9,55
	Nacional controlado por el gobierno		Importado		Importado		Nacional		Nacional e importado.		Nacional	
Energía eléctrica (1.000 KWH)	425	34,00	30	9,38	28,00	28,00	150	12,00	120	6,00	No hay datos. No hay energía disponible para proyectos industriales.	
	No existe suficiente energía para uso industrial. En proyecto planta de 24 mil KW		No hay energía disponible para proyectos industriales. Se prolongará la escasez		No hay energía disponible para proyectos industriales. Se prolongará la escasez.		No hay datos sobre la energía disponible. Las tarifas varían mucho. La cifra indicada es una estimación promedio.		No hay energía disponible para proyectos industriales. La cifra indicada corresponde al costo de producción en Paramonga.			
Otros combustibles	102	8,16	—		—		—		—		Gas natural. El costo en Valencia de 1.000 m. ³ de 9.000 kcl, es de 50 bolívares.	
	Leña, precio por tonelada puesto en la fábrica		Hay leña de eucalipto. No hay información sobre su precio									
Costo de la mano de obra (para el personal de la fábrica de papel y celulosa; las cifras incluyen "beneficios sociales" de toda índole)												
por horas-hombre:												
a) mano de obra no calificada	12,35	0,99	11,15	0,35	0,75	0,75	2,50					
b) ayudantes	12,83	1,03					2,80		1,93			2,25
c) operadores	14,00	1,12	17,75	0,55	0,98	0,98	3,15					
	Salario base	57%	Salario base	93%	Salario base	76%	Las cifras citadas incluyen las regalías. —No se conoce el porcentaje de beneficios en el salario total		Salario base	65%	Las cifras incluyen las regalías. No se conoce el porcentaje de regalías en el salario total.	
	Regalías	43%	Regalías	7%	Regalías	24%			Regalías	35%		
	Total	100%	Total	100%	Total	100%			Total	100%		
	El ingenio azucarero proporciona alojamiento gratis.											
por mes:												
a) capataces	3.325	266,00	—		240	240	1.500					
b) ayudts. jefes de depto.	7.450	596,00	7.000	220	485	485	2.700		4.000			No hay datos.
	Salario base	57%	Salario base	93%	Salario base	89%	Las cifras citadas incluyen regalías. No se conoce el porcentaje de las regalías en el salario total		Las cifras indicadas incluyen regalías.			
	Regalías	43%	Regalías	7%	Regalías	11%						
	Total	100%	Total	100%	Total	100%						

^a Véase cuadro 7 (VIII), nota ^a. En la industria de celulosa y papel se trabajan seis horas diarias.

^b Véase cuadro 7 (VIII), nota ^b. Las cifras de salarios corresponden al último salario mínimo legal para São Paulo. Los salarios se han convertido al tipo de 32 cruceros por dólar.

^c La cifras de salarios corresponden a los vigentes en la industria papelería. En la industria azucarera los salarios y sueldos son más altos.

^d Es probable que las cifras aumenten como resultado de la reciente devaluación.

Cuadro 8 (VIII) continuación

AMERICA LATINA: TASAS DE INTERES Y PRECIOS DE PETROLEO, ENERGIA, MANO DE OBRA Y EDIFICACION EN DETERMINADOS PAISES

Rubro	Argentina ^a		Brasil ^b		Cuba ^c		México ^d		Perú		Venezuela	
	Pesos	Dólares	Cruceros	Dólares	1 dólar = 1 peso		1 dólar = 12,5 pesos		1 dólar = 20 soles		1 dólar = 3,35 bolívares	
					Pesos	Dólares	Pesos	Dólares	Soles	Dólares	Bolívares	Dólares
<i>Materiales de construcción</i>												
a) Cemento (ton.)	500	40,00	1.700	53,10	32	32,00	160	12,80	343	17,15	—	—
b) Balasto (m ³)	24	1,92	200	6,25	6,00	6,00	15	1,20	41	2,05	—	—
c) Arena (m ³)	—	—	80	2,50	—	—	15	1,20	25	1,25	—	—
d) Varilla para concreto (tons.)	2,850	228,00	13.000	409,00	132	132,00	1.490	119,20	2.350	117,50	—	—
e) Acero estructural (tons.)	3.240	259,00	Nacional	205,61	220	220,00	1.800	144,00	3.800	190,00	—	—
f) Ladrillos (tamaño según se indica en cada caso)	300	24,00	1.000	31,25	25	25,00	130	10,40	220	11,00	—	—
(miles)	(No hay datos sobre tamaño)		(30 × 20 × 10 cm)		(27 × 13 × 7 cm)		(27 × 13 × 6 cm)		(24 × 12 × 7 cm)		—	—
g) Madera (miles de pies madereros)	2.500	200,00	3.750	111,56	170	170,00	850	68,00	2.400	120,00	—	—
h) Cálculo global de la construcción industrial (m ²)	—	—	2.500	78,12	60	60,00	295	23,00	550	27,50	—	—
<i>Construcción: salarios por hora (incluyendo regalías)</i>												
a) Peones	6,00	0,48	10	0,31	0,38	0,38	1,28	0,10	3,06	0,15	—	—
b) Colocadores de ladrillos	6,78	0,54	18	0,56	0,69	0,69	2,06	0,16	3,64	0,18	—	—
c) Albañiles	7,66	0,61			1,00	1,00	2,29	0,18	5,11	0,26	—	—
d) Carpinteros	7,66	0,61			3,05	0,24	5,11	0,26	—	—	—	—
Transporte	Tucumán-Buenos Aires		Hasta 200 kilómetros		No hay datos		No hay datos.		No hay datos.		—	
	Ferrocarril: 20 pesos/ton. máximo. Camión: 45 pesos/ton. máximo		fuera de São Paulo por ferrocarril: 200 cr/ton									
Interés del capital (préstamos a largo plazo)	9-10%		10-12%		7% (Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba)		9-10%		10%		5-6%	

^a Véase cuadro 7 (VIII), nota ^a. En la industria de celulosa y papel se trabajan seis horas diarias.^b Véase cuadro 7 (VIII), nota ^b. Las cifras de salarios corresponden al último salario mínimo legal para São Paulo. Los salarios se han convertido al tipo de 32 cruceros por dólar.^c Las cifras de salarios corresponden a los vigentes en la industria papelera. En la industria azucarera los salarios y sueldos son más altos.^d Es probable que las cifras aumenten como resultado de la reciente devaluación.

FABRICACION DE CELULOSA A BASE DE BAGAZO CON ESPECIAL REFERENCIA AL PROCEDIMIENTO MECANOQUIMICO¹

Elbert C. Lathrop y Samuel I. Aronovsky

I. INTRODUCCIÓN

El bagazo de caña de azúcar como materia prima ha interesado a la industria papelera durante mucho tiempo porque anualmente se producen grandes cantidades de este subproducto. En un principio no se obtuvo éxito comercial alguno con este producto, pero sí numerosos fracasos y sólo hace 33 años se inició la fabricación de materiales aislantes de construcción. No obstante, para obtener resultados satisfactorios en la fabricación de papel a base de bagazo hubo que esperar otros 18 años más. Hoy día, por lo menos diez fábricas elaboran productos de papel o cartón a base de bagazo, y si bien son aceptados industrialmente en los países en que se fabrican (1),² es dudoso que satisfagan las normas industriales de los Estados Unidos.

Los fracasos del pasado, así como las diferencias de calidad de los productos actuales, han sido motivados por factores económicos y tecnológicos. Actualmente hay grandes diferencias en cuanto a las condiciones económicas de los distintos países y a la situación competitiva dentro de cada país. A medida que aumenta la competencia, la calidad del producto adquiere una importancia cada vez mayor.

Ultimamente la prensa y las publicaciones técnicas se han preocupado de los nuevos procedimientos para fabricar celulosa a base del bagazo, de la instalación futura de las plantas y, especialmente, del problema de la fabricación de papel de diario empleando exclusivamente esta materia prima. Es cierto que la mayoría de ellos se apoya en hechos, pero la especialidad de algunos y el carácter desautorizado de otros han producido una gran confusión. Ninguno de los puntos de vista extremos es correcto, ni el que sostiene que el bagazo es ideal para fabricar cualquier tipo de papel, ni el que pretende que su utilidad es bastante limitada.

En este estudio se presenta información concreta sobre los tipos de papel y celulosa —del mejor al peor— que, según el conocimiento actual de los autores, pueden fabricarse a base del bagazo. Se describirán someramente los distintos métodos de fabricación aplicables, según la experiencia industrial, y se analizará el consumo de reactivos, el rendimiento y las características generales de la celulosa obtenida por los distintos métodos. Se espera que esta información pueda ser útil para formular decisiones que aseguren el éxito, en escala comercial, del aprovechamiento de bagazo en las industrias de papel y cartón.

Durante los últimos años se ha acentuado el interés por aprovechar las plantas anuales en la fabricación de papel, para lo cual los laboratorios de papel y celulosa de numerosos gobiernos han emprendido amplias investigaciones. La publicación de las investigaciones de estas instituciones han aclarado muchos errores anteriores y sirven de fundamento para una tecnología racional. En general, la celulosa obtenida de plantas anuales no tiene las mismas características que la fabricada con madera y no puede esperarse que se comporte en la misma forma en la máquina de papel ni que de ella se pueda fabricar papel de idéntica calidad. En algunos casos, con esa celulosa se podrá obtener papel o cartón de calidad superior a los provenientes de pasta de madera, pero en otros se aprovechará mejor mezclándola con ésta. En este último caso, se suele fabricar papel superior al fabricado exclusivamente a base de madera.

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL BAGAZO

A continuación se describen las características de los elementos fibrosos del tallo de la caña tal cual entra en el ingenio. Su exterior (corteza) está formado por un anillo de relativa dureza. El interior consta de un tejido medular blando cuyas células contienen depósitos de azúcar. Longitudinalmente, a través de este tejido, se encuentran numerosos haces fibrovasculares de distintos tamaños, colocados de tal manera que los más pequeños se agrupan hacia el exterior y los mayores, menos abundantes, se encuentran cerca del centro. La corteza está formada por células alargadas, de paredes gruesas, de fibras duras o esclerenquimatosas. Los haces fibrovasculares comprenden grupos de fibras y vasos. Las células parenquimatosas o médula son cortas, anchas y ofrecen poca resistencia a la penetración. Se agrupan alrededor y se adhieren a los haces fibrovasculares y a las fibras de la corteza. El exterior de ésta última suele ser de aspecto vidrioso, presenta una capa de cera y puede ser de varios colores. A intervalos, a lo largo del tallo, que varía según las condiciones de crecimiento de la caña, los haces fibrovasculares se ramifican, formando así una porción de tejido denso denominado nudo. Ni la médula ni quizás el tejido concentrado en el nudo son adecuados para la fabricación de papel (2). Las fibras de la hoja de la caña no tienen gran utilidad para la fabricación de papel y cartón porque son tan cortas que la mayor parte de ellas se destruyen o pierden durante la cocción y el lavado. Las hojas y los desperdicios suelen eliminarse en el terreno, pero queda una gran cantidad en el bagazo cuando se cosecha a máquina.

Cabe señalar que la caña se compone de tres elementos muy distintos, a saber: la médula, los haces fibrovasculares y los haces fibrosos de la corteza. Browne (3) analizó cuidadosamente el por ciento de estos elementos en diversas variedades de caña, y obtuvo los resultados siguientes:

Elemento constitutivo	Java					
	Luisiana y Purple %	Cberibon %	No. 36 %	No. 100 %	No. 139 %	No. 247 %
Médula	24,6	25,6	20,0	22,8	20,0	20,0
Haces	18,6	31,5	26,5	25,4	36,0	26,1
Corteza	56,7	42,9	53,5	51,8	44,0	53,9

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.5.1, que contiene varios cuadros con datos sobre la fabricación de celulosa y los resultados de ensayos con papel.

² Los números entre paréntesis remiten a la bibliografía que se inserta al final de este estudio.

La proporción de estos elementos oscila según diversos factores, principalmente la variedad de la caña. Por ejemplo, en tres variedades de caña cultivadas en Florida, se registraron relaciones muy diferentes de fibra a médula (1,9; 2,3 y 3,6). El bagazo también contiene tierra e impurezas en cantidades variables según las características del terreno y la manera de efectuar la zafra. Si las hojas se queman en el campo, la caña absorbe muchas partículas de carbón. La composición física aproximada de cinco muestras distintas de bagazo industrial cultivado en zonas muy distintas, revela porcentos de materias solubles, impurezas, etc., que varían de 6,6 a 19,2.

El contenido de agua del bagazo proveniente del trapiche fluctúa entre el 41 y el 51 por ciento; con frecuencia es del 48 por ciento. La sacarosa que queda en el bagazo oscila, según las condiciones, entre el 2 y el 5 por ciento. Keller (4) afirma que el color del bagazo va de un blanco grisáceo a un verde muy oscuro. El material no es homogéneo en cuanto al tamaño; varía desde un polvo que pasa a través

de una criba con malla 60, hasta partículas de unos quince centímetros de largo y uno de diámetro. Generalmente un 97 por ciento atraviesa una abertura de una pulgada cuadrada (6,4 cm²). El bagazo da el siguiente análisis en el momento de utilizarse:

	Por ciento
Humedad	49
Fibras e impurezas	45
Sólidos solubles	6

El cuadro 1 indica la composición química aproximada de muestras de bagazo representativas de distintas variedades y de distintos países. La muestra de bagazo de Luisiana representa al almacenado comercialmente; el resto de las muestras fue sacado inmediatamente después de salir del trapiche.

A continuación se comparan las dimensiones de las fibras de bagazo, con las de algunos tipos de paja de cereales y de madera para celulosa.

	Longitud en micrones		Diámetro en micrones			Relación promedio longitud a diámetro	
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo		Mínimo
Caña de azúcar:							
Fibras	1.700	2.800	800	20,0	34,1	10,2	85:1
Parénquima	—	840	—	—	140,0	—	—
Segmentos vasculares	—	1.350	—	—	150,0	—	—
Paja de trigo, centeno, cebada:							
Fibras	1.480	3.120	680	13,3	23,8	6,8	111:1
Fibras con paredes delgadas	—	2.900	800	—	34,0	—	—
Parénquima	—	450	—	—	130,0	—	—
Segmentos vasculares	—	1.000	—	—	60,0	—	—
Paja de arroz:							
Fibras	1.450	3.480	650	8,5	13,5	5,1	170:1
Parénquima	—	350	—	—	82,0	—	—
Segmentos vasculares	—	650	—	—	40,0	—	—
Abeto blanco	—	4.200	2.300	—	—	—	—
Pino Jack	3.000	—	—	40,0	—	—	75:1
Alamo temblón	—	1.700	800	—	46,0	20,0	37:1
Abedul	—	1.600	800	—	44,0	20,0	36:1
Red Gum	1.600	—	—	32,0	—	—	50:1

3. POSIBILIDADES PAPELERAS DEL BAGAZO SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

La composición del bagazo cambia según la variedad, el suelo, el método de cosecharlo, el tratamiento en el trapiche y otros factores. Siempre contiene impurezas y, si se queman las hojas en el campo, es probable que absorba partículas de carbón. En todo caso, las impurezas y el carbón son perjudiciales para la fabricación de papel. Aunque puede tolerarse cierto margen de impurezas en la fabricación del cartón, su presencia en la pasta destinada a papeles finos o en aquella que se desea blanquear redundará en mayor gasto de reactivos, menor rendimiento y en un tipo de celulosa de baja calidad por sus propiedades físicas.

El bagazo está constituido por tres elementos, a los cuales deben agregarse las fibras cortas de las hojas, si muchas de éstas se han adherido a la caña del bagazo que llega a la fábrica. Dos de estos elementos son fibrosos: los haces fibrovasculares y las fibras de la corteza. El tercer elemento es un tejido parenquimatoso o medular, material que no es de constitución fibrosa sino compuesto de tejidos blandos, bastante inorgánicos. La médula presenta una superficie muchísimo más extensa con relación a su peso, que la de la materia fibrosa. La relación entre los tres elementos depende de muchos factores, principalmente de la variedad de la caña.

La composición química de las distintas muestras de bagazo varía algo, pero esta fluctuación es menor que la que revela su composición física, es decir, corteza, haces fibrovasculares y médula. Las cañas que han madurado más antes de ser cortadas tendrán mayor contenido de lignina. Los datos derivados del estudio de la composición química de las plantas anuales demuestra que la relación entre la lignina, la celulosa y el contenido de pentosanos de la paja, tallos y mazorcas puede alterarse por el tipo de cultivo dado a las plantas. Si se compara la composición química de muestras de médula y fibra sacadas de muestras de bagazo entero se verá que la médula tiene más alta proporción de cenizas, pentosanos y materias solubles en NaOH al uno por ciento que la fibra y menos celulosa. El mayor contenido de cenizas se debe a su mayor superficie, la cual absorbe mayor cantidad de impurezas.

El por ciento de materias solubles en agua caliente es mayor en las muestras de bagazo entero que en la fibra o la médula consideradas en forma aislada, porque el procedimiento para separarlas es húmedo. Se notará que las materias solubles en agua caliente son menos abundantes en el bagazo almacenado que en las otras muestras. Durante el período de almacenamiento los azúcares del bagazo fresco se destruyen por fermentación.

Si se compara la composición química de la madera para

celulosa, se verá que en la mayoría de los casos las fibras separadas del bagazo contienen menos lignina que las maderas y mayor porcentaje de pentosanos y materias solubles en NaOH al uno por ciento. La fibra del bagazo se compara favorablemente en cuanto a su contenido de celulosa con la madera para pasta. Por lo que respecta a su composición química, el bagazo tiene mayor semejanza con las maderas de latifoliadas que con la de coníferas, por lo cual en la fabricación de papeles actúa en forma muy parecida a las primeras.

a) *Comparación con la pasta de madera*

El bagazo es más fácil de lejar que las maderas de especies latifoliadas y exige menor consumo de reactivos, porque las sustancias químicas penetran con mayor facilidad en los elementos fibrosos del bagazo que en las astillas densas de la madera, y por el menor contenido de aquél en lignina.

Normalmente, las pastas de especies latifoliadas o de tallos y paja contienen más pentosanos que las pastas de coníferas. En general, la pasta que contiene cierta concentración máxima de pentosanos se refina con más rapidez y desarrolla mayor resistencia que las mismas pastas con menor contenido de pentosanos. Por otra parte, la pasta con alto porcentaje de pentosanos tiende a producir papeles más densos, de superficie más dura y con menor opacidad que los fabricados con pastas de coníferas. En la fabricación del papel cristal y alma para cartón corrugado son indispensables las pastas con alto contenido de pentosanos. Al mezclarlas con otras, especialmente las mecánicas de madera o las más débiles, se obtienen productos papeleros de mejor calidad. Cuando se usa la prehidrólisis es posible obtener pastas de bagazo, paja y especies latifoliadas con menor contenido de pentosanos y, por tanto, fabricar papel menos denso y opaco y más suave. Estos procedimientos reducen el rendimiento de la pasta y aumentan los costos.

Existe una correlación directa entre las dimensiones de las fibras y sus características papeleras. La resistencia al desgarramiento depende de la longitud de la fibra; las pastas de fibras cortas son deficientes en lo que a esta característica se refiere. Como la resistencia de los papeles se atribuye a la cohesión entre las fibras, es lógico que, a igualdad de condiciones, las fibras con una mayor relación largo-diámetro, contribuirán a dar una resistencia mayor que las fibras más anchas del mismo largo. La formación se asocia con el largo de fibra y el grado de fibrilación de la pasta utilizada. Las pastas de coníferas, que tienen fibras largas, a menudo fibrilizadas por el considerable refino que requieren, producen papeles de inferior formación que las pastas de fibras más cortas fabricadas con bagazo o especies latifoliadas. A su vez, la mezcla de pasta de bagazo o de especies latifoliadas con pasta de fibras más largas permitirá fabricar papeles de mejor formación y más apropiados para la impresión.

El bagazo y la paja de cereales contienen elementos fibrosos de dimensiones muy diferentes. Las fibras de la corteza de la caña son más largas que las de los segmentos de los vasos (haces fibrovasculares) y tienen menor diámetro. Por lo tanto, con dichas fibras se fabrica papel de mayor resistencia, sobre todo al desgarramiento. Las fibras de la corteza son más cortas que las de coníferas, y más largas que las de especies latifoliadas; con ellas se puede producir papel más resistente al desgarramiento que con las últimas. La relación entre el largo y el diámetro de las fibras de la caña es prácticamente igual a la de las coníferas y bastante más favorable que la de las especies latifoliadas.

Las partículas medulares de la caña o de la paja son muy cortas y anchas y por consiguiente de muy poca utilidad en la fabricación de papel, a menos que puedan separarse y tratarse de manera especial para cumplir funciones determinadas, como la de carga o relleno. Durante la cocción, las sustancias químicas reaccionan mucho más rápidamente sobre la médula que sobre la corteza o haces fibrovasculares, en primer lugar por la mayor superficie de la médula y, en segundo, por la mayor facilidad de penetración ofrecida a la sustancia química. A su vez, los reactivos actúan con mayor rapidez sobre los haces fibrovasculares que sobre las fibras de la corteza, debido a su mayor superficie y a que contienen vasos que facilitan la penetración de estas sustancias.

En consecuencia, la médula consume los reactivos más rápidamente que los elementos fibrosos y se reblandece también con mayor facilidad. Las pastas se tratan enteramente en suspensiones acuosas; deben ser bombeadas, desgoutadas sobre superficies alambradas y desfibradas o refinadas por fricción. Todos estos tratamientos contribuyen a eliminar la materia medular de la pasta. Por otra parte, debido a su mayor superficie, las partículas medulares absorben mayor cantidad de polvo e impurezas, que sólo pueden eliminarse por la destrucción de las células medulares. Por lo tanto, aquéllas dificultan el blanqueo de la pasta, consumen mayor cantidad de sustancias de blanqueo y producen pasta poco resistente y de menor rendimiento. Por último, el grado de desgote de la pasta guarda relación directa con la naturaleza y la velocidad de la máquina papeleras. La pasta que contiene médula se desagua más lentamente que la fabricada con fibras de bagazo de las cuales se ha eliminado la médula. Como los procedimientos de prehidrólisis son también químicos, la médula es atacada con ellos mucho más rápidamente y en mayor grado que la fibra.

4. PROCEDIMIENTOS PARA LEJIAR EL BAGAZO

Hay un análisis más autorizado acerca de este tema en el "Estudio No. 6 sobre silvicultura y productos forestales", preparado por la FAO (5). Este informe se redactó luego de un completo análisis del tema y de la aprobación unánime de las recomendaciones formuladas por especialistas en papel y celulosa, convocados por la FAO para reunirse en Roma, del 3 al 14 de diciembre de 1952. En la sección del informe que trata del bagazo, redactada por el grupo al que se le encomendó el estudio de las fibras no madereras, se exponen en detalle los procedimientos recomendados para las operaciones comerciales; se señala la cantidad de productos químicos necesarios y otras indicaciones para la cocción, así como el rendimiento, y las necesidades de vapor, energía eléctrica, agua, mano de obra y blanqueo. Se analiza el aprovechamiento de la pasta para utilizarla sola o mezclada con pasta de fibra larga para producir papel de aceptación comercial en los mercados mundiales. Cualquier grupo o empresa que proyecte construir nuevas instalaciones para la fabricación de papel o cartón a base del bagazo debe estudiar con detenimiento este informe. Además, se recomienda consultar tres estudios recientes preparados por Grant (6), en los que se exponen los procedimientos para lejar el bagazo y otras plantas no madereras.

El laboratorio de Peoria se ha dedicado durante muchos años al estudio intenso del aprovechamiento de la fibra y de la médula del bagazo. Cuenta con instalaciones piloto para estudiar todos los métodos comerciales que se utilizan en el tratamiento del bagazo, con excepción del procedi-

miento Celdecor. Los procedimientos ácidos no son apropiados para fabricar buena pasta a base del bagazo. El ácido nítrico constituye una excepción, pero como este trabajo se limita a los procedimientos comerciales o a los que han sido ensayados en gran escala, no se hará referencia a él.

Las pastas comerciales se preparan del bagazo utilizando los siguientes reactivos:

- a) En autoclaves o digestores:
 1. Cal sola o en combinación con carbonato de sodio, soda cáustica o sulfito de sodio
 2. Soda cáustica
 3. Reactivos del procedimiento kraft; soda cáustica y sulfuro de sodio o soda cáustica y azufre
 4. Sulfito de sodio con carbonato de sodio o soda cáustica como elemento regulador
- b) Procedimiento Celdecor: soda cáustica y cloro
- c) Procedimiento mecanoquímico:
 1. Cal o combinaciones de cal con carbonato de sodio o soda cáustica
 2. Soda cáustica
 3. Reactivos kraft

La labor de exploración del laboratorio de Peoria se ha orientado principalmente hacia el descubrimiento de procedimientos más eficaces para fabricar pasta —a base de plantas no madereras— que cumplan las estrictas exigencias de los mercados estadounidenses. Las investigaciones, sin embargo, han sido de carácter fundamental y abarcan un campo más amplio (7). Cuando se fabrica pasta utilizando cal o la combinación de otros reactivos con cal, no puede blanquearse y sólo sirve para la manufactura de cartón o papeles burdos. Si se seleccionaran bien las condiciones, sería posible utilizar cualquiera de los otros métodos, para fabricar ya sea cartones y pasta gruesa, pasta sin blanquear para papeles de envolver y cartones o pasta blanqueada para una gran variedad de papeles especiales y de impresión.

La selección del procedimiento adecuado para fines comerciales depende de varios factores, como el tipo y calidad del papel requerido, la cantidad de producto que se pueda colocar en el mercado, el capital disponible, la ubicación de la fábrica, el tipo de mano de obra y servicios disponibles y otros factores locales. En general, las fábricas nuevas serán pequeñas comparadas con las nuevas de Estados Unidos o Europa. Al decidir sobre el método de tratamiento, es conveniente tener en cuenta, además de los factores de costo, como capital inicial y de trabajo, la simplicidad de las operaciones y del equipo y la flexibilidad de la instalación. Además, a medida que se amplía el mercado debe considerarse la futura expansión de la capacidad o la posible fabricación de productos de más alta calidad.

a) *Métodos preliminares para eliminar la médula o limpiar la fibra*

Las impurezas y la médula deben eliminarse al máximo antes del tratamiento, para lo cual hay muchos métodos. Al pasar el bagazo húmedo por los depuradores oscilatorios o vibratorios se separan algunas de las impurezas, práctica corriente en los trapiches para obtener la médula que se utiliza para filtrar el fango. Utilizando depuradores con perforaciones algo más grandes es posible eliminar mayor cantidad de impurezas.

Si el bagazo ha sido enfardado y almacenado puede utilizarse un rompefardos; al pasar el bagazo seco y suelto sobre tamices vibratorios, se puede eliminar alrededor de un tercio de las impurezas y de la médula. Esta práctica

es común en las fábricas de pasta que trabajan el bagazo. Cuando se dispone de un gran superávit de bagazo sobre las necesidades de combustible, y siempre que haya pasado por un desmenuzador o molino similar para desprender la médula de los haces fibrosos, un sistema de tamices con perforaciones más grandes rendirá un tercio del material elaborado en forma de fibras bastante limpias.

El laboratorio de Peoria ha desarrollado tres procedimientos diferentes para obtener fibras limpias y médula de buena clase (8). Dos de ellos se pueden aplicar en el trapiche y el otro en la fábrica de celulosa (9). En una nueva fábrica mexicana de pasta de bagazo se emplean procedimientos más sencillos y maquinaria más barata, basándose en los principios desarrollados en Peoria.

Todos los procedimientos mencionados son puramente mecánicos, pero también se utilizan combinaciones de métodos químicos y mecánicos. En realidad, cuando el bagazo entero o parcialmente depurado se trata con ayuda de reactivos, se destruye y elimina proporcionalmente mayor cantidad de médula que de fibra, debido al ataque químico y al lavado, blanqueo y demás operaciones.

Otro método que se recomienda es el de la prehidrólisis del bagazo antes de iniciar la cocción propiamente dicha. Este tratamiento destruye cierto por ciento de la médula por la acción química, pero lo más importante es que gran cantidad de la médula se elimina por el lavado mecánico, ya que la masa prehidrolizada tiene que lavarse, y se desgota fácilmente. Si el procedimiento de la prehidrólisis se realiza en forma correcta, un gran por ciento de los pentosanos del bagazo se convierten en azúcar sin gran degradación de la celulosa. Como las pastas fabricadas de este material prehidrolizado tienen un contenido de pentosanos muy similar al de las pastas de madera blanda, de ellas se obtiene papel suave muy similar al de pasta de madera, pero de mucha menor resistencia.

En Peoria se ha realizado un estudio básico de la prehidrólisis del bagazo, principalmente con objeto de determinar los métodos de fabricación de pasta para rayón. Los resultados indican que si en el tratamiento prehidrolítico —utilizando ya sea el ácido, el vapor o el agua bajo condiciones apropiadas— se reduce el contenido de pentosanos a un tenor demasiado bajo, la celulosa resultará seriamente degradada. Naturalmente que estos tratamientos, al destruir las fibras y la médula, producen pasta poco resistente y el rendimiento es bajo. Estas consideraciones, y el hecho de que los procedimientos en varias etapas aumentan los costos, deben tenerse presentes en todo análisis acerca de las pretendidas ventajas de cualquier método de tratamiento.

b) *En las mismas condiciones de cocción se obtienen resultados variables*

Para evaluar las características celulósicas del bagazo proveniente de distintas variedades de caña y de zonas diferentes se desarrolló un sencillo procedimiento de cocción a presión elevada. En el cuadro 2 se indican las condiciones en que ésta se efectuó y los resultados obtenidos con varias muestras de fibra de bagazo ya separada. Se eligieron las condiciones de cocción adecuadas para preparar una pasta blanqueable que, evidentemente, no son las más apropiadas para fabricar pasta de calidad óptima utilizando cualquier clase de bagazo. Los resultados de este estudio indican las diferencias bastante amplias, en cuanto a rendimiento y resistencia, correspondientes a la celulosa obtenida de distintos lotes de bagazo, y confirma que el bagazo es una materia prima variable y que cualquier procedimiento que

se elija para uso industrial debe poder modificarse en forma sencilla para compensar estas variaciones y evitar la producción de pasta de calidad incierta.

c) Cocción mediante procedimientos comunes a presión

Se realizó un estudio comparativo de cocción de distintas muestras de bagazo en condiciones normales utilizando siempre 12 por ciento de soda o de reactivos tipo kraft, sobre la base del material secado al horno. En este estudio se trataron tanto el bagazo entero como la fibra separada; los resultados se indican en el cuadro 3. También en este caso se advierte una variación en cuanto al rendimiento y características físicas de la celulosa obtenida de las distintas muestras de bagazo. Parece que no hubiera gran diferencia entre la lejiación con soda cáustica o con reactivos tipo kraft en lo que concierne al rendimiento y a la calidad de la pasta. Estos últimos proporcionan una pasta algo más fácil de blanquear, pero esta ventaja es contrarrestada por otros factores, como el olor y el costo del azufre. Las diferencias notables que revela este cuadro, en cuanto a rendimiento y calidad, se presentan entre las pastas obtenidas con bagazo entero y con fibra separada. Al considerar estos resultados debe tenerse en cuenta que todas las muestras de bagazo entero, con la excepción de la almacenada de Luisiana (cocción No. 1001), fueron depuradas en seco antes de embalarlas. Contienen, por tanto, sólo dos tercios de la médula del bagazo original y son representativas del bagazo limpiado industrialmente que se utiliza para la fabricación de celulosa en la mayoría de los países excepto México y el Perú.

El método al sulfito de sodio utilizando el carbonato de sodio como regulador, tal como lo desarrolló la Northern Utilization Research Branch para aplicarlo a la paja, es tan apropiado para tratar el bagazo como el método a la soda o el kraft. Igual que en la lejiación de paja de cereales por este método, el rendimiento en pasta es ligeramente más alto que cuando se usa soda cáustica o reactivos tipo kraft, y el consumo de reactivos de blanqueo es generalmente más bajo, como se indica en los resultados anotados en el cuadro 4. La pasta al sulfito de sodio sin blanquear suele ser mucho más clara que la obtenida por los procedimientos a la soda o kraft, lo cual es una gran ventaja, ya que no necesita blanquearse para fabricar papel que requiere un grado de blancura de 50 aproximadamente. Si, en vez de carbonato de soda, se utiliza la soda cáustica como regulador, el rendimiento de pasta es más bajo, su color más oscuro, y la pasta adquiere con mayor intensidad las características de la pasta a la soda cáustica. Con otros procedimientos se observan las mismas diferencias generales en cuanto al rendimiento y a la calidad de la pasta obtenida del bagazo entero y de la fibra aislada. El método al sulfito de sodio presenta la desventaja de que todavía no se ha encontrado ningún procedimiento para recuperar los reactivos químicos residuales.

d) Procedimiento Celdecor

Es un conocido procedimiento comercial continuo, en el que se utiliza la soda cáustica para obtener primeramente una semipasta, apropiada para alma para cartones corrugados y cartones de baja calidad, y se completa la operación con cloro húmedo para la fabricación de pasta fina. Este procedimiento se utiliza en varios países, especialmente para tratar la paja, y se aplica al bagazo en una pequeña fábrica de las Filipinas y en una nueva instalación en la India (10). Recientemente se ha terminado en São Paulo, Brasil, una

fábrica para tratar el bagazo por este procedimiento. Ante todo se extrae del bagazo aproximadamente un tercio de la médula y de las impurezas. El uso del cloro, tanto en la cocción como en el blanqueo, tiende a producir una pasta más suave que cuando se utilizan otros métodos alcalinos, excepto en el caso de la prehidrólisis. No ha sido posible estudiar este método en el laboratorio de Peoria.

e) Procedimiento mecanoquímico

Este procedimiento (11), fué inventado en el laboratorio de Peoria al tratar de encontrar métodos más eficaces para el tratamiento de la paja de cereales. Se ha aplicado al bagazo, aunque por la mayor densidad de sus fibras consume más cantidad de reactivos y requiere un ciclo de cocción ligeramente más largo que la mayoría de las pajas de cereales. El procedimiento es sumamente sencillo; utiliza pequeñas cantidades de reactivos a presión atmosférica, con un tiempo de cocción de media a una hora. El consumo de vapor es bajo, ya que cierta cantidad de la lejía negra caliente vuelve a usarse para la cocción. Las necesidades de energía eléctrica eran un poco mayores que las de los métodos comunes, pero, gracias a una innovación introducida en este método en México, se las ha reducido considerablemente. El procedimiento se realiza en trituradores o desmenuzadores mecánicos como los que se emplean ahora en la mayoría de las fábricas para empastar papel usado o materia prima virgen, pero con ciertas modificaciones. Por ejemplo, cuando se utiliza el *hydropulper* se requiere un rotor más grande que cuando se refina material de desecho, con el consiguiente aumento del consumo de electricidad. Sin embargo, con la innovación mexicana se requiere menos energía eléctrica que la normalmente necesaria para refinar papel usado. Como los refinadores pueden fabricarse en distintos tamaños —de 3 a 20 pies de diámetro (0,91 a 6,10 m)— y utilizarse tanto para el papel usado como para las materias primas vírgenes, este procedimiento es apropiado no sólo para las fábricas pequeñas sino también para otras muy grandes.

La lejiación se realiza por la acción de los reactivos químicos sobre la superficie de las fibras o haces fibrosos; mientras mayor es la superficie en contacto, más rápido resulta el tratamiento. La violenta acción mecánica, que hace que constantemente se pongan nuevas superficies en contacto con los reactivos durante el tratamiento, explica la rapidez de cocción y la suavidad de su acción. Se evita por completo el largo período de penetración necesario para lejiar las astillas sometidas a presión. La experiencia ha demostrado que deben imperar desde el principio las condiciones óptimas para producir pasta por este procedimiento. No se conseguirán buenos resultados si cualquiera condición, como la cantidad de reactivos, concentración de los mismos, consistencia, temperatura, energía o velocidad de rotación de la masa en cocción, no alcanza a ser perfecta.

Este procedimiento se aplica en escala industrial para tratar la paja en fábricas de Holanda, Inglaterra y Pakistán y está en construcción una nueva fábrica en Portugal. En México se aplica actualmente para producir celulosa del tipo comercial a base de bagazo sin médula. En la fábrica mexicana se cuece la masa a una consistencia inicial del 13 por ciento; otras fábricas empiezan con un 10 o 12 por ciento. Al lejiar el bagazo pueden volverse a tratar todas las ceraduras del depurador. El rendimiento de la pasta fabricada comercialmente se aproxima bastante al rendimiento en crudo que se indica en los cuadros. La compañía mexicana ha realizado en este campo numerosos estudios que le han

permitido fabricar buena celulosa para papel de envolver, con características inesperadas, como buena resistencia al desgarramiento. Los resultados obtenidos con el procedimiento mecanoquímico se indican en los cuadros finales y se comentarán adecuadamente.

5. ALMA PARA CARTONES CORRUGADOS A BASE DEL BAGAZO

La rigidez y la resistencia al aplastamiento, tan necesarios para fabricar alma para cartones acanalados o corrugados de alta calidad, se atribuyen al alto contenido de pentosanos de la pasta que se utiliza en su fabricación. El bagazo de caña de azúcar y la paja de trigo y centeno contienen mayor porcentaje de pentosanos y menor cantidad de lignina que cualquiera madera de especies latifoliadas, que se utilizan corrientemente para fabricar la pasta que comúnmente se destina a este objeto. Por tanto, constituyen materias primas preferidas para este tipo de cartón, siempre que se utilicen métodos correctos en la fabricación de la pasta.

Hace algunos años, a solicitud de los dirigentes norteamericanos de la industria del cartón a base de paja, el laboratorio de la Northern Utilization Research Branch inició un estudio de los métodos de fabricación de pasta con el fin de mejorar las características físicas del alma para cartón acanalado fabricada a base de paja de trigo. Esta investigación (12) demostró que la cal en la leña era la causa de que se produjera cartón más blando, y que al reemplazarla por soda cáustica se podía fabricar cartón más rígido y más resistente al aplastamiento. Se fabrica pasta de calidad incluso superior cuando se utiliza la cocción suave del procedimiento mecanoquímico con soda cáustica para la paja en vez de los métodos comunes a presión que se emplean con este reactivo.

Los investigadores de Peoria han realizado un estudio a fondo de los métodos de fabricación de pasta para alma a base del bagazo. Los resultados típicos obtenidos se indican en el cuadro 5. El tratamiento del bagazo entero de Lockport, por el procedimiento mecanoquímico, con cal y soda cáustica, da una celulosa débil en comparación con la pasta del mismo material fabricada solamente con soda cáustica por el método común a presión. Se obtiene mejor celulosa cuando se utiliza 8 por ciento de soda cáustica con el procedimiento mecanoquímico. Cuando estas condiciones se adoptaron para tratar la fibra de Lockport separada, se obtuvo celulosa de calidad aun mejor, como lo indica su más alto grado de desgote (que se traduce en mayor velocidad de la máquina papelera), y su mayor resistencia al reventamiento y a la tracción.

Son muy interesantes los resultados obtenidos en la elaboración de muestras de bagazo (variedad F.31-436) de Clewiston, Florida. Las muestras marcadas "enteras" habían sido depuradas antes de enfardarse para eliminar alrededor de un tercio de la médula e impurezas. Son notables el menor grado de desgote y otras características físicas de la celulosa fabricada con ellas, en comparación con la celulosa de las cocciones No. 1255 y 1229, en las que se utilizó la fibra separada tratándola con el procedimiento a presión o con el mecanoquímico. La pasta fabricada a base de bagazo entero por cocción a presión tiene menor grado de engorde y es más resistente que la pasta obtenida con idéntica cantidad de reactivo por el procedimiento mecanoquímico, debido a que la cocción a presión destruye mayor cantidad de médula, hecho comprobado por el alto rendimiento que se obtiene con el método mecanoquímico. Comparando las pastas producidas por ambos métodos, se observa que el procedimiento a presión rinde una pasta ligeramente más

magra, pero con menor resistencia al reventamiento y a la tracción y menor rendimiento. Cuando se utilizó un 12 por ciento de cal en vez de un 8 por ciento de soda cáustica para leñar el bagazo entero de Florida por el método mecanoquímico, se obtuvo pasta más débil, con menor resistencia al aplastamiento y menor grado de desgote. Las dos clases de pasta fabricadas con bagazo entero desgataban muy lentamente y tenían que pasar con mucha lentitud por la máquina papelera. Si sólo se dispusiera de este tipo de pasta, sería preferible utilizar una máquina de cilindros y no del tipo de Fourdrinier.

La comparación de los resultados obtenidos al tratar muestras de bagazo de Hawaii (variedad 8560) refleja aproximadamente la misma relación que se observa en el bagazo de Florida.

Este estudio parece indicar que se podría obtener pasta adecuada para la fabricación de alma para cartón corrugado de baja calidad, sea a partir del bagazo entero o del bagazo depurado leñado con cal, cal y soda cáustica o soda cáustica sola, sea por los métodos a presión o por el mecanoquímico. Todas estas pastas se desgotan lentamente y necesitan la adición de papel de desecho o un lavado muy intenso para poder circular por la máquina de papel a las velocidades normales correspondientes a la maquinaria moderna. Las pastas leñadas a la cal son poco resistentes, especialmente al aplastamiento, en comparación con las pastas leñadas con soda cáustica. Con las fibras desmeduladas como materia prima se fabrican pastas superiores mediante el empleo de la soda cáustica con cualquier método de leñación. El procedimiento mecanoquímico, en general, produce pastas de igual o mayor resistencia y de rendimiento más alto.

6. FABRICACIÓN EN ESCALA SEMICOMERCIAL DE CAJAS PARA EMBARQUE, A PARTIR DEL BAGAZO DE FLORIDA Y HAWAII

El gobierno de los Estados Unidos y el New York State College of Forestry, de Syracuse, Nueva York, al amparo del decreto denominado Research and Marketing Act, suscribieron un contrato para la fabricación de cajas de embarque utilizando el bagazo como materia prima. Se decidió utilizar el procedimiento mecanoquímico para fabricar pasta destinada a la elaboración de cartones corrugados y forrados, tanto con bagazo de Florida como de Hawaii. Parte del bagazo entero de Florida fué desmedulado en Syracuse, utilizando el método *hydropulper*, creado por el Northern Laboratory. La Asociación de Plantadores de Caña de Azúcar de Hawaii (HSPA) utilizó el mismo método en su instalación piloto en el territorio, y envió bagazo entero y desmedulado a Syracuse.

Las muestras de bagazo fueron leñadas en Syracuse en un *hydropulper* de 8 pies (2,44 m.), algo deficiente en cuanto a rapidez de rotación y energía. En el cuadro 6 se indican los resultados de las pruebas físicas a que fueron sometidas las pastas representativas fabricadas de esta manera. La pasta fabricada del bagazo entero de Florida desgataba tan lentamente que no corría ni en la máquina Fourdrinier ni en la de cilindro. Contenía polvo grueso, y sólo al volver a lavarla, después de una adecuada dilución, pasándola dos veces por un espesador de tambor, pudo obtenerse una pasta con el suficiente grado de desgote para circular bien y producir un cartón satisfactorio. Las características físicas de esta pasta (cuadro 6) son representativas de la pasta lavada y muy similares a las obtenidas al leñar la fibra desmedulada de Florida en condiciones similares. El bagazo entero, por lo tanto, fué desmedulado mediante una combinación de mé-

todos mecánicos y químicos. La pasta para cartón corrugado a base del bagazo entero y de la fibra separada se fabricó utilizando un 12 por ciento de soda cáustica sobre el peso del material secado al horno. Las pastas para cartones de revestimiento se fabricaron a partir de fibras separadas, con un 16 por ciento de soda cáustica. Debe advertirse que las pastas fabricadas con mayor porcentaje de reactivos son más magras y resistentes.

En relación con lo anterior es interesante comparar los resultados obtenidos en escala comercial en México durante la lejiación con un 12 por ciento de soda cáustica en un *hydropulper* de 10 pies (3,05 m.), utilizando bagazo mexicano sin médula.

Al fabricar alma para cartón corrugado en Syracuse, se empleó pasta con 85 por ciento de bagazo y 15 por ciento de cartón corrugado usado, excepto en un caso (HFCX) en el que la pasta utilizada contenía 100 por ciento de pasta de fibras de Hawaii para cartón corrugado. Los cartones de revestimiento, tanto de fibras de Florida como de Hawaii, se fabricaron con una mezcla de 50 por ciento de bagazo y 50 por ciento de pasta de madera virgen tipo kraft y en dos casos con bagazo de Florida en un 25 por ciento y pasta tipo kraft en el 75 por ciento restante. Para poder controlar el funcionamiento de la máquina, se fabricó alma para cartón corrugado con 85 por ciento de pasta semiquímica de madera de especies latifoliadas y 15 por ciento de desechos de cartón corrugado, y se produjo cartón de revestimiento con 100 por ciento de pasta de madera virgen tipo kraft. En el cuadro 7 se presentan las características físicas de los cartones fabricados. Los diversos cartones para alma y revestimiento se combinaron, en una fábrica de cajas, en un cartón para cajas de embarque, con resistencia para 200 libras (90 kg.). El examen de las características físicas de las distintas combinaciones puso de manifiesto la resistencia superior de aquellas en que se ha utilizado el alma producida a base de bagazo, comparada con las que contienen alma fabricada con pasta semiquímica de madera de especies latifoliadas o del tipo comercial. Una combinación reveló una resistencia al aplastamiento de 88, la cual es extraordinaria; este cartón es demasiado rígido para su uso práctico en la fabricación de cajas de embarque.

Se fabricaron tres tamaños de cajas con estas combinaciones y se las sometió a pruebas de laboratorio y de embarque comercial. Los resultados (cuadro 7) fueron satisfactorios en todos los casos, lo que demuestra que el alma fabricada de bagazo sin médula por el procedimiento mecanoquímico puede satisfacer y hasta sobrepasar las más altas exigencias comerciales modernas. Los cartones de revestimiento fabricados con un 50 por ciento o más de bagazo no igualaban en calidad al cartón fabricado totalmente a base de pasta tipo kraft, pero podrían cumplir las normas mundiales industriales menos severas. A excepción de su resistencia al desgarramiento, el cartón de revestimiento que contiene 25 por ciento de bagazo y 75 por ciento de pasta kraft virgen puede compararse favorablemente con el fabricado con 100 por ciento de pasta kraft.

7. PASTAS FINAS DE BAGAZO PARA FABRICAR PAPELES BLANQUEADOS O SIN BLANQUEAR

Se puede fabricar pasta blanqueada o sin blanquear adecuada para papel de impresión y otros tipos de papel fino a base del bagazo entero o parcialmente depurado y, mejor todavía, a partir de la fibra sin médula. Ya se han señalado los efectos de la médula en cuanto al aumento de los costos por concepto de reactivos, la producción de pastas débiles

y de desgastamiento lento, así como las dificultades de blanqueo. Naturalmente, en la medida en que se requieran mejores calidades de pasta, se acentuarán estas dificultades. Para fabricar pasta fina a partir del bagazo, los reactivos (soda cáustica, reactivos kraft o sulfito neutro) pueden utilizarse con los métodos convencionales a presión. Al mejorar la calidad de las pastas será mayor el consumo de reactivos. Los métodos Celdecor y mecanoquímico también permiten obtener pasta fina con mayor consumo de reactivos que cuando se fabrica pasta para cartones corrugados o de embarque. Algunos tipos de pasta fabricada por estos métodos pueden blanquearse hasta un grado de blancura de 70 aproximadamente, en una operación a una sola etapa. Otras pastas no se blanquean fácilmente, según la cantidad de médula, impurezas y lignina, sino por los procedimientos de etapas múltiples. El procedimiento corriente en tres etapas da buen resultado para obtener un grado de blancura de 80 a 83 en las pastas fabricadas con bagazo sin médula. A igualdad de grado de blancura, las pastas blanqueadas por el procedimiento a tres etapas son más fuertes y consumen menos cloro que las blanqueadas por el procedimiento a una etapa. Las pastas que contienen altos porcentos de impurezas y médula consumen mayor cantidad de cloro en el blanqueo, lo que tiende a debilitarlas y a reducir el rendimiento. En algunos casos parece imposible obtener pasta muy blanca a base de bagazo con impurezas y de inferior calidad. No puede producirse buena pasta para papel fino utilizando la cal o mezclas de cal con reactivos cáusticos.

8. PASTAS FINAS A BASE DE BAGAZO DESMEDULADO

Para poder comparar la lejiación de la fibra sin médula bajo presión con la efectuada por el método mecanoquímico, se hicieron ensayos con reactivos tipo kraft y soda cáustica.

Los datos consignados en el cuadro 8 demuestran que, en general, el rendimiento en pasta cruda por el procedimiento mecanoquímico es más alto que el derivado de los métodos a presión, como también suele suceder con el rendimiento en pasta depurada. Conviene señalar que los resultados que constan en este cuadro pueden inducir a error si se comparan con los resultados obtenidos en la práctica comercial, ya que en este último caso las cerniduras de una cocción serían devueltas a la cocción siguiente para volver a ser lejiadas. Por otra parte, el contenido de lignina de la pasta cocida a presión es menor en todos los casos, así como el consumo de cloro de blanqueo en una etapa para conseguir un grado de blancura de 70. La relación entre las otras características físicas de la pasta fabricada por distintos métodos no está bien definida; depende de la muestra individual de bagazo que se emplee para la cocción.

El cuadro mencionado también contiene datos sobre la lejiación del bagazo de Hawaii bajo presión con reactivos tipo kraft en concentraciones cada vez mayores. Las primeras dos cocciones, con un 8 y 10 por ciento de reactivo tipo kraft, no fueron satisfactorias, como lo indica el bajo rendimiento en pasta depurada. Con un 12 y un 14 por ciento de reactivos kraft aumentó el rendimiento en pasta depurada y disminuyó el rendimiento en bruto, el contenido de lignina de la pasta y el consumo de cloro de blanqueo. La pasta fabricada con un 14 por ciento de reactivos tipo kraft fué la mejor desde el punto de vista de sus características físicas. La lejiación del bagazo de Hawaii fué más difícil que la de las restantes muestras de bagazo y la pasta no resultó tan resistente.

En cuanto al efecto de las cerniduras, el cuadro 9 presenta algunas informaciones de interés. Para preparar una

partida bastante importante de pasta por el procedimiento mecanoquímico, que iba a ser blanqueada y convertida en papel según un estudio llevado a cabo en cooperación con el Forest Products Laboratory de Madison, Wisconsin, se hicieron 14 cocciones (1062-1075) con bagazo de Florida. Al fabricar las diversas pastas se reintegraban las cerniduras de cada cocción al de la cocción siguiente, excepto en la primera cocción No. 1062, en la que las cerniduras no fueron lejiadas de nuevo. La pasta compuesta y la de la primera cocción son similares en cuanto a grado de desgote y resistencia al reventamiento y a la tracción, pero la pasta compuesta es superior en cuanto a la resistencia al desgarramiento y al doble plegado. Cuando esta última partida fué blanqueada en el Forest Products Laboratory, se encontró que la pasta tenía menor grado de desgote, aunque era superior a la pasta sin blanquear en otras características físicas.

Con el fin de determinar directamente el efecto de la relejiación de las cerniduras se llevó a cabo la cocción 1139 sin volver a integrarlas al ciclo de cocción. Las cerniduras fueron relejiadas en las cocciones 1140 y 1141. La pasta fabricada con las cerniduras tenía mayor grado de desgote, la misma resistencia al reventamiento y a la tracción, mucha mayor resistencia al desgarramiento y resistencia algo menor al doble plegado. Las cerniduras provienen principalmente de las densas fibras de la corteza del bagazo, que son de difícil penetración. Se sabe desde hace tiempo que estas fibras contienen elementos fibrosos de dimensiones más largas que las de los haces fibrovasculares, lo que queda demostrado en forma clara por la mayor resistencia al desgarramiento de la pasta fabricada con cerniduras.

Dicho cuadro indica las características de otra pasta compuesta fabricada con fibra de bagazo en un *hydropulper* de 8 pies (2,44 m.) en el New York State College of Forestry, en el cual las cerniduras fueron reincorporadas a las cocciones siguientes. También se presentan las características de la pasta blanqueada en una de las fábricas de la St. Regis Paper Company por medio de un procedimiento en tres etapas. Las características de la pasta sin blanquear eran similares a la usada en el Forest Products Laboratory. La pasta del New York State College of Forestry presentaba mayor resistencia física después del blanqueo.

Según un estudio acerca del aumento del consumo de reactivos en la lejiación del bagazo sin médula por el procedimiento mecanoquímico, no hay gran disminución del rendimiento o aumento de las características físicas de la pasta después de haberse utilizado la cantidad óptima de reactivo.

Cuando se utilizan los métodos a presión, el rendimiento en pasta es menor y se requieren menos cerniduras, lo cual se debe, al parecer, a una penetración mejor de las fibras corticales y, probablemente, a una destrucción también mayor de las fibras de los haces fibrovasculares. Al aumentar la severidad de las condiciones de cocción a presión, disminuye aun más el rendimiento de pasta. Por otra parte, las condiciones menos estrictas del procedimiento mecanoquímico hacen más difícil la penetración en las fibras corticales aunque es menor la destrucción de las fibras de los haces fibrovasculares. El rendimiento total en pasta depurada es mayor con este procedimiento no sólo porque se obtiene más pasta por unidad de materia prima tratada sino porque la materia prima aumenta debido a la inclusión de las cerniduras. Aunque la cocción a presión reduce el consumo de cloro en el blanqueo, es evidente que pueden fabricarse pastas blanqueadas y sin blanquear de buena calidad a base

del bagazo sin médula mediante el procedimiento mecanoquímico.

Si se comparan las características de resistencia de la pasta sin blanquear fabricada con bagazo sin médula por el procedimiento mecanoquímico con las de la pasta comercial no blanqueada de madera de coníferas preparada en escala comercial mediante el procedimiento al sulfito y las de la pasta comercial kraft de la misma madera, se verá que la pasta de bagazo es superior en todas sus características a la pasta sin blanquear al sulfito, excepto la resistencia al desgarramiento, pero que no es tan fuerte como la pasta kraft de madera. Las pastas fabricadas con las mejores calidades de paja de trigo (13) por el procedimiento mecanoquímico son muy similares, en cuanto a sus características físicas, a la pasta fabricada con bagazo sin médula.

9. PAPELES FINOS A BASE DEL BAGAZO

a) *Papeles de envoltura y para bolsas*

La pasta compuesta a que se hace referencia en el cuadro 9 (cocciones 1062 a 1075) fué mezclada con pasta comercial kraft de madera para fabricar papeles de envolver y de bolsas, en la máquina de papel de Forest Products Laboratory. El papel de envoltura se fabricó con una mezcla de 50 por ciento de pasta de bagazo y 50 por ciento de pasta kraft, ambas sin blanquear; para el control, también se fabricó este tipo de papel enteramente de pasta kraft de madera. El papel de bolsas se fabricó con una mezcla de 25 por ciento de pasta de bagazo y 75 por ciento de pasta kraft de madera; asimismo se preparó una partida de control a base enteramente de pasta kraft de madera. De los datos del cuadro 10 se desprende que, con excepción de la resistencia al desgarramiento, los papeles de envolver y de bolsas fabricados con el bagazo tienen resistencias algo mejores que los fabricados enteramente con pasta kraft de madera. En el cuadro también se anotan los resultados de las pruebas realizadas con papeles de envolver y de bolsas fabricados en el Perú a base de mezclas de pasta de bagazo, pasta kraft y papeles usados. Una empresa de las Filipinas que fabrica papel a base de bagazo informa sobre pruebas realizadas en hojas hechas con mezcla de pasta de bagazo fabricada por el procedimiento Celdecor y de pasta de madera americana tipo kraft. En este caso también la mezcla de pasta de bagazo con pasta kraft de madera dió por resultado un papel de envolver superior al fabricado enteramente de pasta de madera, excepto en la resistencia al desgarramiento. Este mismo fenómeno se ha observado en los papeles de envolver y de bolsas fabricados con mezclas de pasta de paja de trigo por el procedimiento mecanoquímico (13) y pasta comercial de coníferas tipo kraft. La pasta de paja de trigo fabricada en Italia por el procedimiento al sulfito neutro se mezcla frecuentemente con la pasta kraft de madera para producir papeles de envoltura y para bolsas de mejor calidad.

La razón de esta aparente paradoja consiste en que las fibras de la pasta de paja y bagazo mejoran notablemente la formación del papel fabricado con mezclas, y como consecuencia las fibras kraft pueden aportar a los papeles así fabricados una parte mayor de su propia resistencia.

Este descubrimiento tiene gran importancia comercial, pues indica la posibilidad de fabricar papeles de envoltura y para bolsas de muy alta calidad al mezclar debidamente las pastas de bagazo y de madera, ventaja que podría reducir las importaciones de pastas kraft de madera en los países que no disponen de madera de fibra larga. Las pastas de fi-

bras como el abacá, el sisal, el cáñamo, el ramio y el lino pueden mezclarse con las pastas de bagazo de fibra más corta para fabricar papeles de gran resistencia al desgarramiento (14).

b) *El papel de diario*

La mayor parte de los comentarios periodísticos sobre la utilización del bagazo para fabricar papel de diario ha creado un estado de confusión que se deriva principalmente de la definición del término "papel de diario".

Se ha demostrado en numerosas oportunidades que puede fabricarse un tipo de papel exclusivamente a base del bagazo, capaz de soportar la considerable velocidad de las rotativas que utilizan los periódicos (15). Si se añade suficiente cantidad de carga y de material que dé opacidad a la pasta de bagazo, la absorción y penetración de la tinta en el papel serán satisfactorias, pero no tendrá el mismo aspecto ni dará la misma sensación que el papel utilizado generalmente. En la mayoría de los países el papel para diarios se elabora con una mezcla de 75 a 85 por ciento de pasta mecánica y un 15 a 25 por ciento de pasta química. Cuando se utiliza pasta mecánica de abeto o pinabeto del norte, la pasta química generalmente es de las mismas especies tratadas al sulfato; cuando se utiliza pasta mecánica de pino del sur, la pasta química es generalmente semiblanqueada al sulfato, y cuando la pasta es de eucalipto, se blanquea al sulfato. Las características de absorción de tinta, gran opacidad y suavidad del papel de diario normal se atribuyen casi por entero a la pasta mecánica. En general, la impresión del papel de diario mejora a medida que se reduce la proporción de pasta química.

Desde el punto de vista comercial, el uso exclusivo del bagazo para fabricar papel de diario, de revista u otro tipo de impresión, de baja calidad, depende de la aceptación, por los impresores de cualquier país, de este tipo de producto en vez de la mercadería fabricada principalmente a partir de pasta mecánica. Por otra parte y considerándolo a largo plazo, la pasta mecánica puede producirse a más bajo costo que la química. En un país, por lo tanto, que experimentara durante cierta época escasez de pasta mecánica, podría usarse el papel fabricado enteramente con pasta de bagazo hasta disponer de papel con mayor porcentaje de pasta mecánica. Los hechos demuestran que las empresas periodísticas exigen constantemente papel de diario más barato y de mejor calidad, factor que depende de la obtención de pasta mecánica más barata.

Parece indudable que las pastas químicas de madera como las obtenidas al sulfito, sin blanquear, o al sulfato, blanqueadas, que actualmente se usan en muchos países para fabricar papel de diario, podrían reemplazarse por pasta blanqueada de bagazo o de paja. En realidad hay motivos para suponer que, por su alta resistencia a la tracción, las pastas blanqueadas de bagazo y de paja fabricadas por el procedimiento mecanoquímico podrían, al mezclarse con pasta mecánica más débil (eucalipto y pino del sur), producir papel de impresión de mejor calidad que el obtenido actualmente con ese tipo de pasta mecánica.

Se han realizado ensayos de fabricación de papel de diario a base de mezclas de pasta de bagazo y pasta mecánica en las máquinas de papel del Forest Products Laboratory de Madison y del New York State College of Forestry. Las características de la pasta de bagazo blanqueada que se utilizaron para la fabricación de ese papel se indican en el cuadro 9. En el cuadro 11 se indica la proporción de pasta de bagazo y mecánica que se utilizó y las características del papel

fabricado. Los tipos de papel producidos con estas mezclas satisfacen las normas físicas y de impresión que se exigen al papel de diario en los Estados Unidos. La formación de los papeles elaborados con pasta de bagazo es superior a la obtenida exclusivamente con las pastas de madera, por la influencia que las fibras finas de bagazo ejercen en dicha formación. El mejoramiento de ésta en el papel de diario permite lograr una impresión mejor, especialmente de los medios tonos. Los ensayos realizados para fabricar papel de diario más rígido, a base de la pasta mecánica de pino del sur, han demostrado que si se agrega un 15 a un 20 por ciento de pasta blanqueada de bagazo a una pasta formada por un 80 por ciento de pasta mecánica y un 20 por ciento de pasta blanqueada de madera al sulfato, es posible fabricar una hoja parecida a la del papel de diario canadiense.

En el cuadro 11 se señalan las características físicas del papel de diario fabricado en el Perú y en la India a base de mezclas de bagazo y de otras fibras. También se indican las características de tres tipos de papel de diario fabricados por el National Bureau of Standards, de Estados Unidos (16), a base exclusiva del bagazo. Se estimó que el papel No. 1 del grupo del Bureau of Standards era el mejor desde el punto de vista de impresión, suavidad y opacidad; tenía un alto contenido de cenizas y se había aumentado su opacidad por el uso del óxido de titanio. Del análisis de los resultados se deduce que, si se hubieran usado cantidades iguales de carga y óxido de titanio al fabricar los otros dos tipos de papel, se habría obtenido igual opacidad y buena impresión. Finalmente, en el cuadro mencionado también se señalan las características del papel de diario de tipo comercial que se emplea en los Estados Unidos.

c) *Papel de escribir y otros tipos de papel fino a base del bagazo*

Se empleó también parte de la pasta blanqueada en el Forest Products Laboratory (cociones 1062-1075, cuadro 9) para fabricar papel "bond", de revistas y libros y de impresión, en la máquina de papel del Laboratorio mencionado. Los papeles "bond" y de libros y revistas fabricados con mezclas de pasta de bagazo bien podían equipararse al mismo tipo de papel fabricado enteramente con pasta de madera y eran de mejor formación.

A la luz de las informaciones actualmente disponibles sobre el uso comercial de las pastas de bagazo y en razón de la gran similitud entre las elaboradas con bagazo sin médula y las de paja, se puede afirmar con toda certidumbre que se ha abierto un gran campo en la manufactura de papeles finos y especiales empleando pasta de bagazo blanqueada y sin blanquear, especialmente la fabricada con fibra sin médula. Tabb (17) ha publicado recientemente un atinado resumen de las características de la pasta de paja y de la manera de utilizarla mezclada con otras para fabricar papeles finos y especiales.

Por la naturaleza de la pasta fabricada con fibras de bagazo, si se añaden pequeñas cantidades de ésta —alrededor del 20 al 30 por ciento— a cualquier otra pasta, mejorarán las características de formación de los papeles, lo que permitirá producir papeles de superior calidad para imprimir y para encerar. El alto contenido de pentosanos de las pastas de bagazo hace que estas puedan ser refinadas en mucho menor tiempo y a un costo también mucho menor que las pastas de madera. La experiencia ha demostrado la conveniencia de refinar esas pastas. No se obtienen resultados óptimos al emplear pastas de bagazo sin refinar, blanqueadas o no, mezcladas con otras pastas. Por su alto contenido de

pentosanos, también tienden a formar papeles más densos, lo que podría aprovecharse para mejorar el volumen de muchos papeles como los de banco, "bond", de escribir de todas clases y de contabilidad. Las pastas de este tipo son útiles para obtener una superficie dura en los papeles para etiquetas o carteles y para cerrar la superficie de los papeles de litografía o de estuco.

Las pastas mecanoquímicas de bagazo son apropiadas para fabricar papel cristal; en Italia y Alemania se fabrica

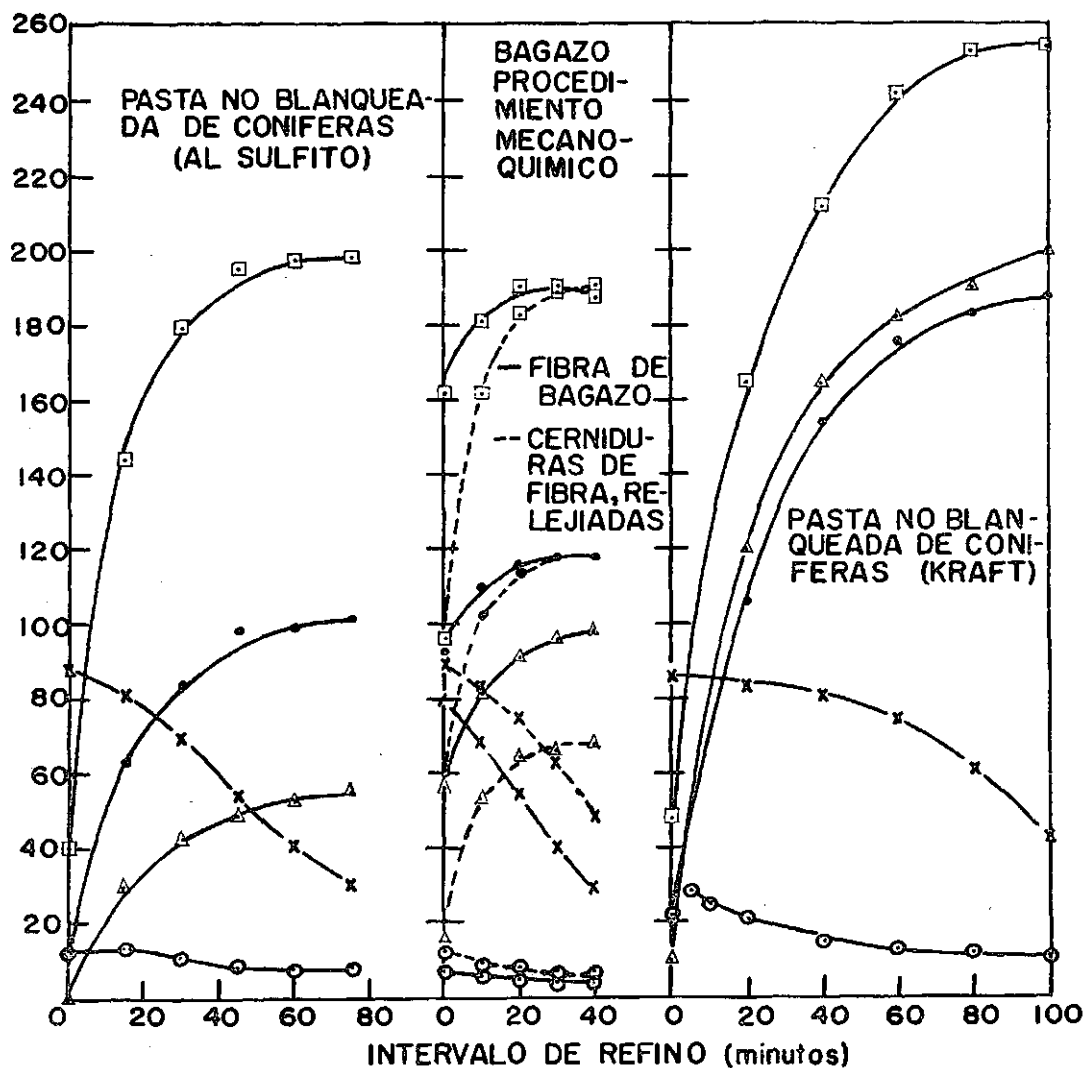
este tipo de papel a base de pasta de paja de características similares.

Si fuera necesario fabricar papel a base del bagazo solamente, puede solucionarse su falta de opacidad y tendencia a la densidad con la adición de cargas minerales muy conocidas. Las fibras del bagazo las retienen en mayor cantidad y el costo de cargas minerales es generalmente inferior al de la pasta blanqueada. La suavidad de los papeles fabricados exclusivamente con pasta de bagazo puede regularse en gran parte con la adición de cargas.

Gráfico 1

COMPARACION DE DATOS SOBRE RESISTENCIA ENTRE PASTA MECANOQUIMICA NO BLANQUEADA DE FIBRA DE BAGAZO SIN MEDULA Y CERNIDURAS RELEJIADAS Y PASTA COMERCIAL NO BLANQUEADA DE CONIFERAS

- x - GRADO DE DESGOTE (C. S.F.) ml. x 0,10
- - RESISTENCIA AL REVENTAMIENTO (Pts/Resma Libra x 100)
- - RESISTENCIA A LA TRACCION. gramos/Resma Libra
- - RESISTENCIA AL DESGARRAMIENTO. gramos/Resma Libra x 0,10
- △ - RESISTENCIA AL PLEGADO - Doble plegado x 0,10



Cuadro 1
ANÁLISIS APROXIMADO DE DIVERSOS TIPOS DE BAGAZO
(Todos los valores, excepto humedad sobre madera secada al horno)
(Porcientos)

NURB ^a No.	Material	Hume- dad	Ceni- zas	Lig- nina	Pento- sanos ^b	Sustancias extraíbles en:			Celulosa C & B ^c libre de cenizas (A)	Pento- sanos en A	Alfa- celulosa en la Celulosa C & B libre de cenizas (B)	Pento- sanos en B	Alfa- celulosa libre de cenizas y pento- sanos
						Agua caliente	Alcohol benceno	1% NaOH					
1267	Bagazo entero de Luisiana, almace- nado Lockport 1941	4,1	2,9	21,3	29,4	4,0	1,7	32,9	58,4	29,3	67,2	6,1	36,8
1267	Fibra de bagazo de Luisiana, alma- cnado Lockport 1941	6,8	2,0	20,7	30,0	2,4	1,6	28,4	61,4	31,7	70,0	10,0	38,7
1267	Médula de bagazo de Luisiana, alma- cnado Lockport 1941	12,2	4,6	21,3	29,9	3,1	1,7	36,1	54,6	30,3	62,8	5,7	32,3
1740	Bagazo entero de Luisiana fresco (Houma 1941)	4,9	2,4	18,9	30,0	8,8	6,0	35,9	53,3	27,9	67,3	7,0	33,4
1740	Fibra de bagazo de Luisiana, fresco (Houma 1941)	9,7	2,2	19,9	32,5	3,4	2,0	30,5	59,0	29,6	67,7	8,1	36,7
1740	Médula de bagazo de Luisiana, fres- co (Houma 1941)	8,7	6,3	18,0	30,7	3,4	2,9	36,2	52,5	28,7	62,4	6,6	30,6
7892	Bagazo entero de Florida, fresco, depurado en seco (Clewiston 1948)	7,3	2,2	18,1	27,9	11,2	10,8	39,9	52,0	26,9	68,0	4,7	33,7
7892	Fibra de bagazo de Flor., fresco (Clewiston 1948)	7,2	2,0	19,1	30,9	4,5	2,6	31,2	60,4	29,0	67,2	4,5	38,8
7892	Médula de bagazo de Florida, fres- co (Clewiston 1948)	8,9	3,4	18,2	31,4	4,6	2,5	35,0	53,9	26,2	63,4	4,0	32,8
9940	Bagazo entero de Flor., variedad Cl.41-223 (Clewiston 52)	8,6	1,0	18,2	26,6	15,1	7,0	40,7	48,0	28,1	66,9	4,7	30,6
9941	Bagazo entero de Flor., variedad F. 31-436 (Clewiston 52)	10,1	1,6	16,4	27,4	15,5	6,4	43,2	48,8	32,7	66,5	5,3	30,8
9942	Bagazo entero de Flor., variedad F. 31-962 (Clewiston 52)	10,5	2,2	18,6	28,7	9,8	8,0	40,0	49,0	26,5	67,7	5,2	31,5
9992	Bagazo entero de Hawaii variedad 8560 (1952)	13,2	5,4	21,3	27,7	5,7	3,2	33,9	50,2	27,4	69,6	8,8	31,8
9992	Fibra de bagazo de Hawaii, variedad 8560 (1952)	5,6	2,0	21,1	30,7	2,4	3,6	28,8	56,0	28,8	73,4	10,4	38,3
9992	Médula de bagazo de Hawaii, va- riedad 8560 (1952)	7,1	3,3	20,0	33,0	1,5	2,1	30,8	53,5	29,7	62,7	6,7	31,5
9333	Bagazo entero de Hawaii, (Laupa- hoehoe Sugar Co.)	8,0	1,9	22,5	31,2	3,4	2,1	31,4	55,4	27,7	72,5	8,3	34,3
9573	Bagazo entero de Hawaii, variedad 1933 (Ewa Plantation)	7,7	2,6	19,3	31,3	4,0	3,6	31,3	55,0	33,4	62,6	8,2	31,6
9851	Bagazo entero de Hawaii, variedad 1933 (Oahu Sugar Co.)	7,9	3,3	20,1	31,0	2,7	3,4	32,0	52,0	32,4	65,7	7,4	31,7
10081	Bagazo ent. de Puerto Rico (Aguir- re 1951, 1952)	7,5	3,9	18,1	29,6	8,0	5,4	27,3	50,9	31,1	63,7	7,0	30,1
10081	Fibra de bagazo de Puerto Rico (Aguirre 1951, 1952)	11,5	1,2	19,8	31,6	1,4	2,7	27,3	59,9	30,4	67,2	5,7	40,2
10081	Médula de bagazo de Puerto Rico (Aguirre 1951, 1952)	4,9	3,2	18,8	31,9	2,8	2,9	30,3	53,9	30,3	60,4	6,4	32,6
10564	Médula de bagazo mexicano (S. Cristóbal, 1953)	6,2	4,9	22,4	29,9	7,6	2,3	40,1	46,0	25,5	61,3	5,5	26,6
10566	Bagazo entero de Filipinas (Isla de Negros, 1952)	10,2	2,3	22,3	31,8	2,8	3,0	31,3	56,8	30,6	70,2	12,5	34,9
10566	Fibra de bagazo de Filipinas (Isla de Negros, 1952)	5,3	1,2	21,8	31,2	1,9	2,1	26,8	62,9	31,9	72,0	9,1	41,2
10566	Médula de bagazo de Filipinas (Isla de Negros, 1952)	3,3	2,6	22,5	33,2	3,6	2,7	36,2	55,4	32,2	66,8	5,7	34,9

Cuadro 2

COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LEJIACION DE DISTINTAS FIBRAS DE BAGAZO DE DIVERSA PROCEDENCIA

Condiciones de lejiación: Sust. químicas = 8,7% NaOH + 4,3% Na₂S; relación líquidos a sólidos 7:1; tiempo = 1 hora a 170° C.; blanqueo a 70 Hunter. Peso base de ensayos 47 lbs., 25" × 40"-500 (66 g/m.²) Métodos TAPPI.

M a t e r i a l Año - Variedad	Rendimiento en pasta ^a		Análisis químico ^b			Blanqueo		Desgote inicial C. S. F. ml.	Características de resistencia 500 ml. (C. S. F.)				
	Cruda	Depurada; placas de 0,008"	Cenizas	Lignina	Pentosanos ^c	Consumo de cloro ^b	Rendimiento de pasta blanqueada ^a		Resistencia al reventamiento (Pts./ resma lb. x 100)	Resistencia a la tensión (g./ resma lb.) x 100	Resistencia al desgarramiento (g./ resma lb. x 100)	Resistencia al plegado Schopper	Densidad g./cc
Luisiana													
Lockport, almacenado 1941, mezclado . . .	63,0	58,9	1,02	2,7	33,5	5,6	56,2	855	97	176	49	430	0,90
Terrebone, almacenado 1948, mezclado . . .	62,8	59,0	1,3	2,9	34,3	6,8	55,0	860	104	190	55	645	0,92
Houme, fresco, 1941, mezclado	63,0	55,2	1,2	2,8	33,4	7,0	52,1	845	100	179	54	570	0,91
Reserve, fresco, 1949, mezclado	63,8	58,8	1,3	3,7	34,2	7,6	54,8	865	100	188	57	620	0,91
Florida													
Clewiston, fresco, 1948, tal vez F. 31-436	64,4	58,6	1,6	4,0	33,9	10,2	53,8	815	124	214	48	1000	0,96
Clewiston, fresco, 1952, Cl. 41-223	63,9	56,8	1,3	4,4	33,6	12,8	57,5	820	118	199	50	800	0,94
Clewiston, fresco, 1952, F. 31-962	61,6	55,6	1,5	4,1	31,8	9,6	52,8	835	98	170	57	640	0,88
Clewiston, fresco, 1953, F. 31-436	61,8	57,8	1,4	3,4	33,6	7,3	52,9	835	126	206	64	880	0,89
Hawaii													
Laupahoehoe, fresco 1950, mezclado	62,8	56,0	1,4	3,9	32,8	10,1	53,2	835	90	162	58	405	0,86
Oahu, fresco, 1951, 1933	62,4	56,0	2,2	3,2	34,0	7,3 ^d	51,8	845	97	164	60	580	0,86
Puerto Rico													
Aguirre, fresco, 1952, mezclado	58,6	49,2	1,4	4,0	33,3	12,2	45,8	835	102	182	48	615	0,89

^a Basado en materia prima secada al horno.
^b Basado en pasta depurada secada al horno.
^c Pentosanos = furfurool × factor 0,8
^d Blancura 65.

Cuadro 3
DATOS SOBRE TRATAMIENTO DEL BAGAZO POR LOS METODOS A PRESION, A LA SODA Y AL SULFATO

Coc- ción No.	Material E = Entero F = Fibra Año - Variedad	Condiciones de cocción			Rendimiento en pasta ^a		Análisis químico ^b			Blanqueo			Desgote inicial C. S. F. ml.	Características de resistencia 500 ml. (C. S. F)					
		Quí- mica ^a	Tiem- po br.	Tem- pera- tura °C.	Cruda %	Depu- rada %	Ceni- zas %	Lig- nina %	Pento- sanos %	Blan- cura Hunter %	Consu- mo de cloro ^b %	Rendi- miento de pas- ta blan- queada ^c %		Peso base 25 X 40 - 500 ^d lb.	Resis- tencia al re- venta- miento (Pts./ resma lb. x 100)	Resis- tencia a la tensión (g./ resma- lb.)	Resis- tencia al des- garra- miento (g./ resma- lb. x 100)	Resis- tencia al ple- gado Schop- per	Densi- dad g./cc
<i>Luisiana</i>																			
1001	Terrebone, La. E, almac., 1948, mez.	12 NaOH	2	170	61	46	4,5	4,2	33	13	70	43	830	46	82	162	70	230	0,79
1002	Terrebone, La. F, almac., 1948, mez.	12 NaOH	2	170	62	59	1,3	2,6	32	5,4	70	57	840	46	102	184	78	660	0,90
997	Reserve, La. E, depur., fresco/49, mezc.	12 Kraft	2	170	59	50	1,8	5,5	34	15,1	70	46	840	46	85	168	76	420	0,80
998	Reserve, La. F, fresco/49, mezc.	12 Kraft	2	170	63	57	1,1	4,0	34	8,6	70	55	855	46	96	173	83	740	0,67
<i>Hawaii</i>																			
1135	Laupahochoe, Hawaii, F, fresco 1950, mezclado	12 NaOH	2	170	62	54	1,1	5,0	31	15,1	70	50	860	47	82	162	68	300	0,79
1149	Laupahochoe, Hawaii, F, fresco 1950, mezclado	12 Kraft	2	170	64	55	1,0	4,4	32	13,0	70	—	850	47	84	165	62	350	0,81
<i>Florida</i>																			
1076	Clewiston, Fla., F, fresco 1951, mezclado	12 NaOH	2	170	69	61	1,5	5,6	34	26	70	50	805	47	110	190	55	980	0,84
1078	Clewiston, Fla., F, fresco 1951, mezclado	12 Kraft	2	170	66	61	1,3	4,5	34	14,4	70	57	790	46	115	194	60	1.120	0,90
908	Clewiston, Fla., E, fresco 1948, mezclado	12 Kraft	2	170	62	52	0,9	4,5	32	12	70	49	850	46	69	152	51	160	—
909	Clewiston, Fla., F, fresco 1948, mezclado	12 Kraft	2	170	66	61	1,6	3,6	33	9,0	70	57	790	46	115	196	51	970	—

^a Basado en materia prima secada al horno.

^b Basado en pasta depurada secada al horno.

^c Pentosanos = furfural × factor 0,8. Muestras 997 y 998 depurada en seco para separar la pasta.

^d 1 lb., 25" × 40" - 500 = 1,406 gramos por metro cuadrado.

Cuadro 4

DATOS SOBRE LEJIACION DEL BAGAZO POR EL METODO AL SULFITO NEUTRO

Coc- ción No.	Material E = Entero F = Fibra Año - Variedad	Condiciones de cocción			Rendimiento en pasta ^a		Análisis químico ^b			Blanqueo			Desgote inicial C. S. F. ml.	Características de resistencia 500 ml. (C. S. 1)					
		Quí- mica %	Tiem- po hr.	Tem- pera- tura °C.	Cruda %	Depu- rada %	Ceni- zas %	Lig- nina %	Pento- sanos %	Consu- mo de cloro ^b %	Blan- queo Hunter %	Rendi- miento de pas- ta blan- queada ^a %		Peso base -500 ^d 25 X 40 (Pis./ resma lb.) x 100	Resis- tencia al re- venta- miento (g./ resma- lb.)	Resis- tencia a la tensión (g./ resma- lb.)	Resis- tencia al des- garra- miento (g./ resma- lb. x 100)	Resis- tencia al ple- gado Schop- per	Densi- dad g./cc
923	Luisiana Lockport, La. F. almacenado, 1941 mezclado	8 Na ₂ SO ₃ 3 Na ₂ CO ₃	2	170	68	60	1,2	5,6	30	12,7	70	56	840	47	90	167	38	220	—
926	Lockport, La. F. almacenado, 1941 mezclado	10 Na ₂ SO ₃ 3 Na ₂ CO ₃	2	170	66	59	1,0	3,4	32	5,9	70	55	840	47	95	180	66	390	—
922	Lockport, La. F. almacenado, 1941 mezclado	12 Na ₂ SO ₃ 4 Na ₂ CO ₃	2	170	64	61	1,4	2,8	32	3,4	70	60	840	47	90	178	44	590	—
925	Florida Clewiston, Fla. F. fresco, 1948, mezclado	10 Na ₂ SO ₃ 3 Na ₂ CO ₃	2	170	68	57	1,4	3,7	32	9,0	70	49	800	46	121	204	64	1.150	—
1077	Clewiston, Fla. F., fresco, 1951, mezclado	10 Na ₂ SO ₃ 3 Na ₂ CO ₃	2	170	67	62	0,9	5,3	30	16,0	70	56	780	47	113	188	63	920	0,87
920	Clewiston, Fla. F., fresco, 1948, mezclado	15 Na ₂ CO ₃ 5 Na ₂ CO ₃	2	170	65	55	—	2,2	33	3,2	70	53	810	46	122	198	53	980	—
1258	Luisiana New Iberia, La., E. fresco, 1951, mezclado	13 Na ₂ CO ₃ 4 Na ₂ CO ₃	2	170	63	54	2,2	2,4	34	6,3	70	52	820	47	83	157	50	160	0,84
1260	New Iberia, La., E. fresco, 1951, mezclado	13 Na ₂ CO ₃ 4 Na ₂ CO ₃	2	170	66	58	1,0	2,0	35	5,3	70	56	850	46	101	171	58	410	0,88

^a Basado en materia prima secada al horno.^b Basado en pasta depurada secada al horno.^c Pentosanós = furfural X factor 0,8. Muestras 925, 1077, 920, 1258 y 1260, depurado en seco para eliminar la médula.^d 1 lb., 25" X 40" - 500 = 1,406 gramos por metro cuadrado.

Cuadro 5

DATOS SOBRE LEJIACION DEL BAGAZO PARA PRODUCIR ALMA PARA CARTON CORRUGADO

Coc- ción No.	Material E = Entero F = Fibra Año — Variedad		Condiciones de cocción			Rendimiento en pasta ^a		Desgote inicial C. S. F. ml.	Características de resistencia 500 ml. (C. S. F)						
			Sustancias químicas ^a %	Tiempo hr.	Tempe- ratura °C	Cruda %	Lavada %		Peso base 25×48- 500 ^b lb.	Resisten- cia al re- ventamiento pts./resma lb. × 100	Resistencia a la tensión g./res- ma-lb.	Resisten- cia al des- garramiento g./resma lb. × 100	Aplastamiento (Rieble)		Densidad g./cc.
													anular lb.	plano sq. in.	
<i>Luisiana</i>															
911	Lockport, La.	almacenado	5 NaOH 3 CaO	1	98	—	—	510	120	20	45	—	20	—	—
1941		mezclado													
902	Lockport, La.	almacenado	6 NaOH	5	140	73	71	690	116	50	114	63	34	—	0,68
1941		mezclado													
980	Lockport, La.	almacenado	8 NaOH	1	98	78	73	660	118	72	139	66	38	—	0,73
1941		mezclado													
978	Lockport, La.	almacenado	8 NaOH	1	98	80	78	750	114	79	152	64	39	—	0,82
1941		mezclado													
<i>Florida</i>															
1187	Clewiston, Fla.	fresco	8 NaOH	5	140	61	59	685	118	83	166	62	42	—	0,78
1953		F. 31-436													
1228	Clewiston, Fla.	fresco	8 NaOH	1	98	70	68	480	116	58 (400 ml.)	112 (400 ml.)	110 (400 ml.)	34 (400 ml.)	58 (400 ml.)	0,60
1953		F. 31-436													
1255	Clewiston, Fla.	fresco	8 NaOH	5	140	71	69	770	120	89	144	66	45	—	0,80
1953		F. 31-436													
1229	Clewiston, Fla.	fresco	8 NaOH	1	98	73	71	680	118	96	173	66	45	76	0,82
1953		F. 31-436													
1410	Clewiston, Fla.	fresco	12 CaO	1¼	99	—	—	560	117	72	130	70	28	—	0,76
1953		F. 31-436													
<i>Hawaii</i>															
1245	Oahu, Hawaii	fresco	10 NaOH	1	99	68	66	510	121	76 (400 ml.)	131 (400 ml.)	76 (400 ml.)	36 (400 ml.)	64 (400 ml.)	0,69
1951		8560													
1239	Oahu, Hawaii	fresco	10 NaOH	1	99	75	72	730	117	83	146	86	37	66	0,74
1951		8560													
1256	Oahu, Hawaii	fresco	10 NaOH	5	140	68	67	855	117	90	142	112	40	—	0,80
1951		8560													

^a Basado en materia prima secada al horno.^b 1 lb., 25" × 40" — 500 = 1,406 gramos por metro cuadrado.

Cuadro 6

DATOS SOBRE LEJIACION EN GRAN ESCALA DEL BAGAZO POR EL PROCEDIMIENTO MECANOQUIMICO A FIN DE FABRICAR PASTA PARA ALMA DE CARTON CORRUGADO*

Material E = Entero F = Fibra Año -- Variedad	Condiciones de cocción		Rendimiento en pasta ^b		Análisis químico ^c			Desgote inicial C. S. F. ml.	Características de resistencia 500 ml. (C. S. F.)					
	Sustancias químicas ^b	Tiem- po pera- tura	Cruda	Depurada	Ceniza	Lignina	Pento- sanos ^d		Peso base	Resistencia	Resistencia	Resistencia	Aplasta- miento (Rieble) anular	
									25" X 40- 500 ^e	al reventa- miento	a la tensión	al desgarrar- miento		lb.
<i>Florida</i>														
Clewiston, Fla. E fresco 1952 F. 31-436	12 NaOH Hydrapulper 8 pies (2,44 m.)	1,5 99												
			Pasta pasada por el espesador para sepa- rar la médula e im- purezas		0,66	7,4	34	710	119	96	163	78	36	
Clewiston, Fla. F fresco 1952 F. 31-436	16 NaOH Hydrapulper 8 pies (2,44 m.)	1,2 99			0,60	7,8	34	820	118	111	182	80	35	
<i>Hawaii</i>														
Oahu, Hawaii F fresco 1952 8560	12 NaOH Hydrapulper 8 pies (2,44 m.)	2,0 99	—	—	1,03	11,7	33	845	119	90	161	86	34	
Oahu, Hawaii F fresco 1952 8560	16 NaOH Hydrapulper 8 pies (2,44 m.)	1,5 99	—	—	—	—	—	865	120	94	164	94	36	
<i>Mexicano</i>														
F almacenado 1952 mezclado	12 NaOH Hydrapulper 10 pies (2,44 m.)	1,0 94	—	—	1,1	8,4	38	700	118	88	162	62	39	
Pasta semiquímica comer- cial para alma de car- tón corrugado		— —	—	—	1,5	14,9	22	605	118	83	148	79	31	
Pasta kraft comercial de pino del sur para re- vestimiento		— —	—	—	1,0	7,1	13	890	116	133	192	197	31	

* Efectuada por el New York College of Forestry, Syracuse.

^b Basadas en materia secada al horno.^c Basado en pasta depurada secada al horno.^d Pentosanós = furfural X factor 0,8.^e 1 lb., 25" X 40" — 500 = 1,406 gramos por metro cuadrado.

Cuadro 7^a

PROPIEDADES FISICAS DEL ALMA PARA CARTONES CORRUGADOS Y DEL CARTON PARA REVESTIMIENTO FABRICADOS EN VIRTUD DEL CONTRATO RMA DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS CON EL NEW YORK STATE COLLEGE OF FORESTRY, 1952

Designación	Clase de cartón	Componentes en porcientos		Características de resistencia 500 ml. (C. S. F.)								Calibre 0,001 pulg			
				Peso 1 m ² g.	Base 25" X 40" 500 lb.	Resistencia al reventamiento pts./resma lb. X 100	Tensión		Resistencia al desgarramiento		Aplastamiento anular (Rieble)				
		L	T				L	T	L	T					
FFC	corrugado	85	fibra de Florida, 1952 F. 31-436	15	desechos de cartón corrugado	116	118	71	143	102	98	105	31	22	8,3
HFC	corrugado	85	fibra de Hawaii, 1952 8560	15	desechos de cartón corrugado	148	106	74	104	115	165	95	32	24	8,8
HFCX	corrugado	100	fibra de Hawaii, 1952 8560		ninguno	162	115	68	170	104	91	96	39	31	9,8
CC	corrugado	85	pasta comercial semiquímica	15	desechos de cartón corrugado	148	105	70	168	99	92	111	35	24	9,2
GC	corrug. comercial	—	—	—	—	201	143	53	143	33	127	199	32	18	11,0
FFL	revestimiento	50	fibra de Florida, 1952 F. 31-436	50	kraft virgen, pino del sur	208	148	88	188	91	166	218	40	29	11,0
FFLX	revestimiento	100	fibra de Florida, 1952 F. 31-436		ninguno	201	143	85	167	110	90	94	40	36	9,8
FFLY	revestimiento	25	fibra de Florida, 1952 F. 31-436	75	kraft virgen, pino del sur	181	129	97	189	92	195	191	37	27	9,6
HFL	revestimiento	50	fibra de Hawaii, 1952 8560	50	kraft virgen, pino del sur	218	155	81	164	94	170	221	54	40	12,7
CL	revestimiento			100	kraft virgen, pino del sur	194	138	100	191	80	212	272	39	26	10,6
GL	kraft comercial de revestimiento					209	149	88	158	86	262	313	32	26	13,2

^a Véase el cuadro 8 en las págs. 356-57

Cuadro 9

DATOS SOBRE PRODUCCION EN GRAN ESCALA DE PASTA BLANQUEADA DE BUENA CALIDAD OBTENIDA DE LA FIBRA DEL BAGAZO POR EL PROCEDIMIENTO MECANOQUIMICO

Cocción N°	Material Año Variedad		Condiciones de cocción		Análisis químico ^b			Blancura Hunter	Desgote inicial C. S. F. ml.	Características de resistencia 500 ml. (C. S. F.)				
			Sustancias químicas ^a %	Tiempo Min.	Ceniza %	Lignina %	Pentosanos ^c %			Resistencia al reventamiento pts./resma lb.×100	Resistencia a la tensión g./resma-lb.	Resistencia al desgarramiento g./resma lb.×100	Resistencia al plegado Schopper	Densidad g./cc.
1062	Clewiston, Florida. Fibra separada, mezclada 1950-51		15 NaOH	60	—	—	—	—	750	116	192	48	980	—
1062-1075	Compuesto blanqueado en el Forest Products Laboratory		16 NaOH	60	1,3	5,7	33	—	730	115	186	56	1.060	0,89
1062-1075	Después del blanqueo en 3 etapas en el FPL		11 cloro	—	0,6	0,3	34	81	700	121	190	58	1.120	0,97
1139	Clewiston, Florida. Fibra separada, mezclada 1950-51		15 NaOH	50	—	—	—	—	800	116	192	56	930	—
1140-1141	Cerniduras de la cocción N° 1139. Cocción separada		10 NaOH	45	—	—	—	—	890	116	192	66	700	—
New York College of Forestry	Clewiston, Florida. Fibra separada, 1952 F. 31-436		16 NaOH Hydrapulper 8-pies (2,44 m)	60	1,4	6,1	32	—	840	115	184	56	805	0,89
Ídem.	Después del blanqueo en 3 etapas en St. Regis Paper Co.		13 cloro	—	0,2	1,4	33	80	770	126	207	59	1.480	0,92

^a Basado en materia prima secada al horno.

^b Basada en pasta depurada secada al horno.

^c Pentosanos = furfural × factor 0,8.

Cuadro 10

PAPELES KRAFT PARA SACOS Y ENVOLTURA, FABRICADOS EN PARTE CON PASTA DE BAGAZO SIN BLANQUEAR

Lugar de fabricación	Clase de papel	Prueba N°	Mezcla			Características físicas									
			Bagazo %	Madera al sulfito %	Desgote (C. S. F.) ^b ml.	Peso Base 25×40-500° lb.	Resistencia al reventamiento pts./resma lb.×100	Tensión kg. — 15 mm. ancho		Resistencia al desgarramiento		Resistencia al plegado		Densidad g./cc.	Calibre 0,001 pulg.
								L	T	L	T	L	T		
USDA — FPL Madison, Wisconsin	Para sacos	MR-3643	25	75	—	54,0	96,7	11,9	4,5	58,9	78,1	960	400	0,73	4,0
		MR-3645	—	100	—	51,8	75,9	11,3	3,5	74,2	106,0	1.100	140	0,70	4,1
	Para envolver	MR-3644 MR-3646	50	50	—	98,7	101,0	21,1	8,7	122,0	137,0	1.200	800	0,79	6,9
Perú	Para sacos Para envolver	8P	67	28	—	48,0	49,0	6,2	2,9	41,4	54,0	150	27	0,62	4,3
		3C	55	15	—	107,0	42,0	10,8	6,5	111,0	140,0	—	—	0,64	9,5
HOJAS PREPARADAS CON MEZCLAS DE PASTA KRAFT DE MADERA AMERICANA Y PASTA DE BAGAZO CELDECOR															
Filipinas ^a	—		—	100	630	39,2	89,0	5,6	—	107,0	—	2.970	—	0,55	3,9
	—		100	—	510	36,9	87,0	5,1	—	51,0	—	450	—	0,46	4,5
	—		50	50	520	39,2	101,0	7,1	—	53,0	—	1.610	—	0,45	4,8
	—		75	25	460	39,8	89,0	6,3	—	47,0	—	2.170	—	0,52	4,2

^a "Papel de bagazo", *World's Paper Trade Review* 134, 860, 5 de octubre de 1950.

^b Canadian Standard Freeness.

^c 1 lb., 25" × 40" — 500 = 1,406 gramos por metro cuadrado.

Cuadro 8

COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LEJIAR LA FIBRA DEL BAGAZO POR METODOS DE PRESION

Cocción Nº	Material Variedad --- Método	Condiciones de cocción			Rendimiento en pasta ^a	
		Sustancias químicas ^a %	Tiempo br.	Temperatura °C	Cruda	Depurada
					%	%
1249	Florida, variedad F. 31-436, CD. 9941	13 kraft	1	170	61,9	55,8
1232		14 NaOH	1	99	69,6	65,0
998	Luisiana, CD. 8953	12 kraft	2	170	63,3	56,6
985		15 NaOH	¾	98	72,1	55,4
1417-1418	Puerto Rico, CD. 10081	13 kraft	1	170	58,6	49,2
1363		14 NaOH	¾	98	69,2	58,1
1397-1423	Florida, variedad, F. 31-436, CD. 10366	13 kraft	1	170	62,0	57,8
1394		16 kraft	¾	99	69,3	61,1
909	Florida, CD. 7892	12 kraft	2	170	66,0	60,6
921		15 kraft	¾	99	71,4	58,0
1147	Hawaii, CD. 9333	8 kraft	2	170	70,1	36,5
1148		10 kraft	2	170	66,9	44,3
1149		12 kraft	2	170	64,0	55,2
1150		14 kraft	2	170	61,4	56,4

^a Basada en materia prima secada al horno.

^b Una etapa. Basado en pasta depurada secada al horno.

^c Pentosanos = furfural × factor 0,8.

^d Blanqueo en tres etapas.

^e 1 lb., 25" × 40" — 500 = 1,406 gramos por metro cuadrado.

Cuadro 11

PAPEL DE DIARIO FABRICADO TOTAL O

Lugar de fabricación	Prueba Nº	Mezcla			
		Bagazo	Madera al sulfito	Pasta me- cánica	Otros
		%	%	%	%
USDA — FPL Madison, Wisconsin	MR-3652	30	—	70 abeto álamo temblón	—
	MR-3654	30	—	70 abeto nisa	—
New York State College of Forestry, Syracuse, N. Y.	MR-3653	—	20	80	—
	MR-9	30	—	70	—
Perú	MR-8	—	20	80	—
		80	10	—	10 desecho
India		70	—	—	30 bambú
U. S. Dept. of Commerce National Bur. of Standards Washington, D. C.	1	100	—	—	—
	2	100	—	—	—
	3	100	—	—	—
Papel de diario comercial		—	30	70	—

COMUNES Y POR EL PROCEDIMIENTO MECANOQUIMICO PARA PRODUCIR PASTA PARA PAPELES FINOS

Análisis químico ^b			Blanqueo		Desgote inicial C. S. F. ml.	Características de resistencia 500 ml. (C. S. F.)					
Cenizas	Lignina	Pentosanos ^c	Consumo de cloro ^b	Blancura Hunter		Peso base 25" X 40" - 500 ^e	Resistencia al reventamiento	Resistencia a la tensión	Resistencia al desgarramiento	Resistencia al plegado	Densidad
%	%	%	%	%	lb.	pts./resma lb. X 100	b./resma-lb.	g./resma lb. X 100	Schopper	g./cc.	
1,3	3,2	32,0	8,7	70	810	47	115	186	60	680	0,89
1,2	5,9	34,0	12,0 ^d	70	850	47	121	193	59	910	0,89
1,1	4,0	34,5	8,6	70	855	47	96	173	83	740	0,87
1,4	6,1	31,7	—	—	810	46	90	166	82	380	0,83
1,4	4,0	33,3	12,2	70	835	47	102	182	48	615	0,89
1,3	6,5	33,6	14,3	70	790	46	93	173	64	480	0,83
1,4	3,4	33,6	7,3	70	835	47	126	206	64	880	0,90
1,0	6,0	32,9	12,6	70	780	46	105	174	63	660	0,87
1,6	3,6	33	9,0	70	790	46	115	196	51	970	0,96
—	5,1	36	12,5	70	780	46	106	188	44	980	0,66
1,6	9,3	31,3	25,4 ^d	70	830	47	70,5	151	52	150	0,80
1,2	6,9	31,5	13,0 ^d	70	840	47	79,5	162	59	270	0,80
1,0	4,4	31,8	6,4 ^d	70	850	47	84,5	165	62	350	0,81
1,0	2,6	32,9	3,4 ^d	70	850	47	88,5	154	62	480	0,84

PARCIALMENTE CON BAGAZO BLANQUEADO

Características físicas												
Peso base		Resistencia al reventamiento	Tensión kg.—15 mm. ancho		Resistencia al desgarramiento Elmendorf		Resistencia al plegado		Densidad g./cc.	Calibre 0,001 pulg.	Relación de opacidad por contraste %	Cenizas %
25 X 40-500 lb.	1 m ² g.		L	T	L	T	L	T				
39,5	55	12,7	3,9	2,2	25,6	28,8	8	3	0,53	4,1	—	—
30,0	42	9,1	3,2	1,7	22,4	25,6	3	1	0,40	4,1	—	—
39,9	56	11,2	3,9	2,0	28,8	33,3	6	3	0,49	4,5	—	—
39,6	55	9,5	3,1	2,1	16,0	17,3	3	2	0,58	3,8	(85 Brt.)	8,0
39,0	55	8,0	2,5	1,8	19,8	20,5	2	3	0,55	3,9	97	5,4
42,0	59	15,4	4,1	2,3	22,7	25,6	19	8	0,72	3,2	—	—
45,0	63	12,6	3,8	2,9	32,0	37,0	10	8	0,77	3,2	—	1,2
41,4	58	11,0	3,9	2,1	29,0	43,0	13	7	—	3,2	92	53,2
38,4	54	8,0	3,0	1,8	19,0	18,0	7	5	—	2,9	78	5,4
49,5	70	15,5	4,1	3,0	25,0	24,0	12	11	—	4,1	82	14,9
37,6	53	7,0	2,4	1,2	19,0	23,0	5	1	—	3,5	90	0,24

- (1) J. E. Atchison, Utilization of Sugar Cane Bagasse in the Pulp and Paper Industry, *Paper Trade Journal* 135 (16), 17 de octubre 1952.
- (2) E. A. Vazquez, Algunos productos de fibra de caña de azúcar, *Ingeniería Azucarera*, 26-27, septiembre-octubre 1949.
- (3) C. A. Browne, Jr., J. Amer. Chem. Soc. 26, 1221-1235, 1904 y Arch. *Java Suikerindustrie*, 584, 1904; C. A. Browne y R. E. Blowie, *Louisiana Sugar Experiment Station Bulletin* 91, 1907.
- (4) A. G. Keller, Louisiana Sugar Cane Bagasse *Paper Trade Journal* 34 (18), 29-32, 2 de mayo, 1952.
- (5) *Raw Materials for More Paper, Pulping Processes and Procedures Recommended for Testing*, FAO, abril 1953.
- (6) Julius Grant, Métodos Nao-Convencionais na Fabricação de Celulose, *O Papel* 17, 13-16, agosto 1953; The Importance of Non-Woody Fibres in the Chemical Technology of Cellulose, *The World's Paper Trade Review* 140 (10), 684-688, 3 de septiembre, 1953; Fibres for Pulp and Paper Manufacture, Partes I, II, III, *Fibres (Natural and Synthetic)* 14 (8), 285-287, agosto 1953, 14 (9), 321-323, septiembre 1953, 14 (10), 358-360, octubre 1953.
- (7) S. I. Aronovsky y E. C. Lathrop, Pulp and Paper Research at the Northern Regional Research Laboratory, *Paper Mill News* 75 (38) 92, 94, 96, 126, septiembre 1952.
- (8) Peoria developments and modifications covered by patents or patent applications.
- (9) E. C. Lathrop, S. I. Aronovsky y T. R. Naffziger, Increased Profits from Cane Sugar Byproducts, *The Sugar Journal* 14 (1), 10, 12, 14, 25-33, junio 1951.
- (10) India's New Bleached Bagasse Pulp Mill First in Commonwealth, *Paper Trade Journal* 134 (10), 12, 14, marzo 1952.
- (11) S. I. Aronovsky y E. C. Lathrop, A New Mechano-Chemical Process for Pulping Agricultural Residues, *TAPPI* 32 (4), 145-149, abril 1949; y S. I. Aronovsky y G. H. Nelson, Mechano-Chemical Process — Rate of Delignification, *TAPPI* 34 (5), 216-222, mayo 1951.
- (12) H. M. Sutcliffe, S. I. Aronovsky, R. M. Wilkinson, W. D. Burnham, W. A. Phillips y E. R. Carpenter, "Improved Straw Pulp for Corrugating Paper", *TAPPI* 33 (8), 353-357, agosto 1950; y véase también C. G. Krancher y C. E. Price, Hydrapulper Processing of Straw, *TAPPI* 33 (6), 275-277, junio 1950.
- (13) S. I. Aronovsky, A. J. Ernst, R. J. Seidl y R. M. Kingsbury, Straw Pulp-Wood Blends for Various Types of Papers, *TAPPI* 35 (8), 351-356, agosto 1952.
- (14) E. C. Lathrop, The Characteristics of Pulp Fibers from Agricultural Residues, *TAPPI* 35 (11), 60A, 62A, 64A, 66A, 68A, noviembre 1952.
- (15) Paper Can Be Made from Bagasse, *Pulp and Paper Magazine of Canada* 53 Sugarcane Bagasse for Manufacture of Newsprint, *TAPPI* 36 (1), 142A-144A, enero 1953; R. V. Bhat, Bagasse Paper as Newsprint, *Indian Pulp and Paper* 8 (2), 123-129, agosto 1953; y M. P. Bhargava, Bagasse for Newsprint, *Indian Pulp and Paper* 8 (5), 249-251, noviembre 1953.
- (16) Study of Newsprint Expansion — A Progress Report of the Department of Commerce, *Report to Subcommittee Nº 5 of the House of Representatives Committee on the Judiciary*, Washington, 1952.
- (17) C. B. Tabb, Strawpulp, *Proceedings of the Technical Section, British Paper and Board Makers' Association* 34, Parte I, 89-100, febrero 1953.

FACTORES ECONOMICOS Y DE OTRA INDOLE QUE DEBEN CONSIDERARSE AL APROVECHAR EL BAGAZO COMO MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA¹

Elbert C. Lathrop

1. INTRODUCCIÓN

La tardanza en aprovechar el bagazo como materia prima para la fabricación de celulosa se ha debido en gran parte a que tanto la industria azucarera como la papelera lo consideraban como un desperdicio o un subproducto de inferior calidad. Ese criterio ha traído consigo una subestimación de la importancia de los factores económicos y tecnológicos. Sólo hace unos treinta años empezó a funcionar con éxito una industria basada en el aprovechamiento del bagazo: la fabricación de productos aislantes del calor y el sonido a base del bagazo, en Luisiana. La fabricación de papel a base del bagazo fué posible por primera vez hace sólo quince años.

La industria azucarera utiliza en general el bagazo como combustible. Con el tiempo se han introducido mejoras en el funcionamiento de los ingenios, especialmente en cuanto concierne a la economía térmica, de manera que la fabricación de azúcar sin refinar arroja en los ingenios eficientes un superávit de 30 por ciento más de bagazo. Por lo común se quema ese excedente para evitar su acumulación. Cuando se fabrica azúcar refinado o alcohol en el mismo ingenio hay poco superávit o no hay ninguno. El contenido de fibra de la caña también determina la cuantía del superávit sobre las necesidades de combustible. En todo caso, las empresas azucareras han mostrado interés en vender el bagazo sobrante, o toda la producción de bagazo, para reemplazarlo con gas o petróleo y obtener además una pequeña ganancia. Se ha demostrado que el gas y el petróleo son combustibles más eficaces y mejoran el funcionamiento de los ingenios. Pero las compañías del ramo —salvo contadas excepciones— no se han interesado en mejorar la calidad del bagazo, ni en los problemas relativos a su manejo, almacenamiento y transformación en otros productos.

Por otra parte, las industrias que adquieren el bagazo apenas conocen los problemas de la industria azucarera y sólo se han interesado por obtener una fuente estable de materia prima al precio más bajo posible.

Las experiencias en el buen aprovechamiento del bagazo —excepto en su aplicación como combustible— han demostrado que este escaso interés de compra-venta debe fortalecerse por medio de una asociación más estrecha. La citada empresa de Luisiana, la que primero utilizó con éxito el bagazo, se interesó financieramente en la fabricación de azúcar para asegurar el abastecimiento, mejorar la calidad y disminuir los costos de manejo y almacenamiento del bagazo. Cuando comenzó la fabricación de productos aislantes, primero en Australia y luego en Hawaii, las firmas azucareras iniciaron, financiaron y administraron su impulso. Asimismo, el primer fabricante de papel a base de bagazo que obtuvo éxito en su empresa dirigía una compañía azucarera.

El interés por aprovechar el bagazo en la fabricación de papeles y cartones ha aumentado ahora de nuevo, pero es

evidente que ni los fabricantes de papel ni los de azúcar tienen una idea clara de los problemas que afectan a cada uno; además, no aprecian la importancia fundamental de los factores económicos y tecnológicos que, con su acción aunada, podrían contribuir al éxito permanente de ambas industrias. Se dispone de gran cantidad de nuevas informaciones, especialmente de carácter técnico. Por lo tanto, parece aconsejable exponer este tema en detalle para que las nuevas empresas consagradas a la elaboración del bagazo puedan hacerlo con el menor riesgo de fracaso.

2. FACTORES RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN DEL BAGAZO

El bagazo es el residuo fibroso que queda después de moler la caña y de extraer azúcares y otras materias solubles. No es una sustancia uniforme. Varía tanto en sus propiedades físicas como químicas en cada localidad e ingenio y de una época a otra. El bagazo fresco es distinto del almacenado, no sólo en cuanto a su naturaleza física y química, sino también por lo que toca a sus características.

a) Variaciones debidas al cultivo de la caña

Como en todos los productos agrícolas, el rendimiento y la calidad de la caña dependen de la variedad de que se trate, las condiciones locales del suelo, las prácticas de cultivo, los abonos, las lluvias y los cambios meteorológicos. En muchos países la planta de caña de azúcar se cosecha antes de llegar a su madurez, que se alcanza generalmente en nueve o diez meses, aunque en Hawaii tarda unos 22. A medida que la planta madura, aumenta su contenido de lignina. Así pues, el contenido de lignina de las variedades de Hawaii es generalmente mayor que el de otras localidades, factor al que se deben, en gran parte, las dificultades a que hay que hacer frente para tratar el bagazo de Hawaii. Muchos insectos y enfermedades atacan a la caña de azúcar y por eso constantemente se estudia la manera de producir variedades de caña mejores y más resistentes.

Al productor de azúcar le interesa que la caña rinda la mayor cantidad posible de azúcar por hectárea. Se han registrado rendimientos muy altos de caña y de azúcar; en muchos países se han registrado rendimientos comprobados de 226 a 276 toneladas métricas de caña por hectárea. El porcentaje de fibra, de la caña, incluso médula, fluctúa entre menos del 10 por ciento en algunas variedades hasta un 17 por ciento en otras. Las cañas gruesas contienen más médula y generalmente menos fibra que las delgadas; éstas tienen una corteza muy dura, por lo cual resisten generalmente el ataque de los insectos perforadores y durante la zafra se comportan de manera distinta que las cañas más blandas.

El rendimiento de la caña puede variar considerablemente de un año a otro. Cuando atacan las enfermedades, la situación puede ser desastrosa. Por ejemplo, hacia 1920 casi se extinguió su cultivo en Luisiana. La introducción de nue-

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.5.2.

vas variedades P.O.J., desarrolladas por Brandies, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, y el mejoramiento de las prácticas de cultivo y abonos lograron restaurar esa industria. A los factores variables anotados debe agregarse la influencia de las cuotas azucareras.

Todos estos factores se relacionan con el volumen potencial de bagazo. De la exposición precedente se deduce claramente que numerosos factores —no siempre controlables por el industrial azucarero— pueden ocasionar variaciones anuales de la cantidad total o superávit de bagazo en una localidad cualquiera, por lo cual debe estudiarse con detenimiento el lugar en que se proyecta instalar una fábrica de papel que utilice dicha materia prima. Es necesario conocer las posibilidades relativas a la obtención de bagazo en el pasado, y la producción calculada para la fábrica debe ser un poco inferior a la que podría obtenerse con las disponibilidades evidentes. Además, conviene adoptar medidas para almacenar importantes cantidades de bagazo que permitan hacer frente a contingencias tales como la pérdida parcial de la cosecha o de parte del bagazo almacenado, debido a incendio.

b) *Variaciones originadas por las diferentes prácticas en la zafra*

Los sistemas de zafra también repercuten sobre el volumen del bagazo producido, pero fundamentalmente afectan a la *calidad*. Para lograr el funcionamiento eficiente del ingenio es necesario eliminar las puntas o cogollos y el follaje de la caña antes de molerla. El cogollo en crecimiento contiene una elevada proporción de glucosa y si se muele con el resto se reduce el rendimiento de sacarosa cristalizable y aumenta el de melaza. El follaje se considera generalmente como desperdicio, y según los sistemas de zafra, a veces se incluye también en este rubro el cogollo. En el cuadro 1 se presentan algunos detalles sobre las cantidades de cogollo y follaje que acompañan a la caña lista para moler.

Cuadro 1

CANTIDAD APROXIMADA DE DESPERDICIOS DE LA ZAFRA ANUAL EN AFRICA DEL SUR

	Miles de toneladas	Por ciento con la humedad que se producen
Caña.	5.000	100,00
Follaje.	575	11,50
Cogollo.	386	7,75
Bagazo.	1.900	38,00
Torta de las prensas.	250	5,00
Melaza.	162	3,32

Dymond (1)¹ afirma asimismo que los cogollos de 5 millones de toneladas métricas de caña contienen 34.800 toneladas métricas de azúcares, que con una extracción del 90 por ciento, permitirían producir 17 millones de litros de alcohol. Añade que, como forraje, el follaje de una cosecha de 100 toneladas métricas (una hectárea) podría alimentar a 500 animales adultos. En el cuadro 2, también de Dymond (1) se presenta un cálculo de los fertilizantes de importancia que contienen estos dos materiales.

¹ Los números entre paréntesis remiten a la bibliografía que se inserta al final de este estudio.

Cuadro 2

HUMUS Y COMPONENTES FERTILIZANTES DEL COGOLLO Y DEL FOLLAJE DEL BAGAZO EN TERMINOS DE MATERIA SECA

Componente	Follaje (Por ciento)	Cogollo (Por ciento)
Humus.	9,23	6,90
Nitrógeno.	0,27	0,90
Ceniza Total.	7,29	7,46
P ² O ⁵ .	indicios	2,70
K ² O.	3,20	23,30

Los métodos para eliminar el follaje y los cogollos difieren según los países y las plantaciones, y dependen en parte de la disponibilidad de mano de obra barata. En todo caso estos procedimientos influyen sobre la calidad del bagazo. En muchos lugares se queman las hojas de la caña en pie en el terreno, método muy discutido por sus posibles efectos sobre la pureza de los jugos de la caña y la pérdida de vigor registrada en la siguiente cosecha de soca de caña de azúcar. Cuando se dispone de mano de obra barata, las hojas y las puntas se eliminan a mano en el terreno, y los desperdicios se devuelven a la tierra. Debido a la escasez y al alto costo de la mano de obra, las plantaciones de caña utilizan cada vez más las cosechadoras mecánicas y, como la caña cortada a máquina arrastra mucho más follaje u hojarasca que la cosechada a mano, aunque éste se queme, en la molienda entran materias fibrosas inertes y gran cantidad de impurezas o piedras. Como consecuencia de ello, se desperdicia mayor cantidad de azúcar, que permanece en el bagazo, y el jugo es menos puro; disminuye la rapidez de la molienda, tanto por el mayor volumen de fibra como por el tiempo adicional requerido para clarificar el jugo. Es necesario limpiar de fango mayor número de filtros y aumenta el desgaste y deterioro de la maquinaria. Un especialista sostiene que en una fábrica de Luisiana, en la cual se muele un tipo de caña cosechado mecánicamente con un contenido de 10 por ciento de follaje —cantidad habitual en esa localidad—, pueden calcularse las pérdidas totales por ese concepto en poco más de un dólar por tonelada de caña molida (2). Por su estructura, el follaje de la caña apenas tiene valor para la fabricación del papel, salvo los de ínfima calidad.

Desde el punto de vista de la fabricación económica del azúcar, el alto contenido de follaje en la caña cosechada y cargada mecánicamente es bastante perjudicial, así como el alto porcentaje de polvo, que dificulta el trabajo de los trapiches, enloda los jugos y recarga el trabajo de los clarificadores y filtros. En Hawaii se ha agudizado este problema de las impurezas. Se ha ideado un método de zafra que consiste en romper la caña cerca del suelo por medio de *bulldozers* y cargarla sin eliminar las hojas y las puntas en los camiones que la transportan al central azucarero. Para ello ha sido necesario construir grandes instalaciones de limpieza destinadas a eliminar las piedras, impurezas y follaje antes de la molienda. En Hawaii no reviste tanta importancia la eliminación de los cogollos, porque la caña alcanza mayor madurez. Es lógico que el fabricante azucarero prefiera recibir o preparar una caña que contenga un mínimo de follaje e impurezas antes de la molienda.

En cuanto a la fabricación de papeles o cartones, si bien podría tolerarse una pequeña cantidad de impurezas en el bagazo, para cartones ordinarios, en el bagazo para la fabricación de papeles blanqueados y finos sólo ocasiona dificultades y gastos. El follaje desmejora la calidad del bagazo

porque la fibra que contienen las hojas sólo pueden aprovecharse para los cartones ordinarios. Sin embargo, Singh (3), al describir un nuevo adelanto en la India, afirma que "el follaje, que representa un 12 a 15 por ciento del tonelaje total de la caña, se convierte en papel y cartón en la fábrica de celulosa de la misma plantación".

Cuando se queman las hojas en la caña, algunos fragmentos de sus tallos permanecen adheridos a ella en forma de material carbonizado. Estas fibras carbonizadas no pueden eliminarse del bagazo por los procedimientos corrientes de lavado y elaboración. También se carbonizan los brotes en los nudos de las cañas y persisten en el bagazo. La presencia de carbón en el bagazo —especialmente cuando se quiere fabricar pastas blanqueadas— constituye un problema mucho más grave que el de las impurezas. Generalmente la tierra o polvo, cuando está en libre suspensión, puede eliminarse mediante tratamientos de separación; pero es casi imposible excluir de la pasta el carbón, cuya densidad se aproxima a la de las fibras y que, además, se desmenuza.

c) *Variaciones debidas a los procedimientos de elaboración*

Es oportuno describir las características de los elementos fibrosos de la caña tal como entra a la fábrica. El exterior del tallo se compone de una corteza relativamente dura. En el interior hay un tejido medular blando en las células del cual se deposita el azúcar. Transversalmente se encuentran en este tejido numerosos haces fibrovasculares de distintos tamaños, colocados de tal manera que los menores se agrupan hacia el exterior y los mayores —que son menos abundantes— se distribuyen hacia el centro. La corteza está formada por las células alargadas y de paredes duras de las fibras esclerenquimatosas. Los haces fibrovasculares se componen de grupos de fibras y vasos. Las células medulares o parenquimatosas son cortas, anchas y de baja resistencia. Estas células se agrupan y se adhieren alrededor de los haces fibrovasculares y de las fibras corticales. El exterior de la corteza tiene a menudo apariencia vidriosa, está revestido de cera y puede presentarse en varios colores. A lo largo de la caña, en intervalos que varían según las condiciones de crecimiento, los haces fibrovasculares emiten ramas, formando el nudo, zona de tejido denso. Ni la médula ni el tejido concentrado en el nudo son apropiados para la fabricación de papel (4).

Sólo es posible extraer el jugo cuando se rompe la estructura de las células y tejidos de la caña. Esta ruptura puede iniciarse por la acción de cuchillas o desmenuzadores, pero debe completarse mediante la compresión que ejercen los rodillos moledores. Los rodillos extractores tienen por objeto dejar pasar la fibra y retener a la vez los jugos que contiene. Sólo se consigue la extracción en alto grado cuando el bagazo comprimido entre los rodillos, que actúan en conjunto, forma un tapón para impedir el paso de los jugos, de manera que el líquido extraído no pueda ser reabsorbido por el bagazo sometido a la máxima presión de los rodillos. El grado de extracción depende de la finura del bagazo y de la cantidad de jugo que contiene. Es imposible lograr un 100 por ciento de extracción, porque el bagazo siempre retiene cierta cantidad de jugos o licores a causa de la capilaridad.

El primer juego de rodillos, después de las cuchillas o desmenuzadores, cumple funciones de triturador. Aunque la caña haya sido desmenuzada previamente, el grado de finura producido por el triturador no es muy grande; sin embargo, extrae un volumen de jugo equivalente a 5 ó 6

veces el de la fibra, o 40 a 60 por ciento del total. Esto facilita el trabajo del primer juego de rodillos del trapiche. Todos los rodillos, incluso los trituradores, se mantienen bajo presión hidráulica. Se agrega al bagazo agua pura —llamada de maceración o imbibición— para conseguir el máximo de extracción. Los desmenuzadores, cuchillas, trituradores y trapiches, varían ampliamente en cuanto a diseño, ancho y largo. El equipo puede consistir en un triturador con trapiche de 9 rodillos, o puede llegar hasta una serie completa de cuchillas, desmenuzadores, triturador y trapiche de 18 rodillos. La faena de la extracción de jugos es muy difícil y se ha dedicado gran atención a los problemas de ingeniería que acarrea.

Ya sea dura o blanda, la naturaleza física de la caña tiene marcada influencia sobre las propiedades del bagazo. Es evidente que el bagazo molido y exprimido con el equipo de molienda más completo, se compone de haces fibrosos más cortos que el mismo material tratado con maquinaria más pequeña y liviana. El equipo pesado produce mayor desprendimiento de médula de la fibra que la maquinaria liviana. El desmenuzado contribuye a separar las partículas de médula y carbón y, a la vez, a aumentar la extracción. Como el bagazo sirve de filtro para el jugo en la faena de extracción en cada juego de rodillos, el bagazo se impregna más completamente de impurezas y carbón en un trapiche grande que en uno chico. Las impurezas de la caña consistentes en un polvo fino o tierra desmenuzada que se esparcen durante la molienda, en forma más o menos uniforme, sobre la superficie de la médula y de las fibras. Cualquiera que sea la muestra de bagazo analizada, se verá que la superficie de la médula es mayor que la de la fibra, de suerte que la médula recoge y retiene, proporcionalmente, mayor volumen de impurezas y partículas de carbón. En algunos trapiches el fango de los filtros se coloca sobre el bagazo al salir éste de la fábrica, práctica que debe eliminarse para fines de fabricación de celulosa. En general, en los ingenios se hace pasar parte del bagazo por depuradores giratorios o vibratorios, con objeto de obtener partículas sueltas de médula y fibras finas que se utilizan para sedimentar y filtrar el jugo con mayor rapidez, práctica que es aconsejable.

Como término medio se agrega agua de imbibición en proporción de 100 partes por 140 de bagazo. La humedad del bagazo al salir del ingenio fluctúa entre un mínimo de 41 hasta casi un 50 por ciento y, en general, es de 48 por ciento aproximadamente.

El bagazo es sólo uno de los productos derivados de la elaboración de la caña de azúcar. En el cuadro 3 se proporcionan datos calculados por Martín a base de estudios realizados por Grayson, (6) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, sobre la composición media de los materiales que se obtienen en la elaboración de una tonelada de caña de azúcar (cosecha de 1948).

Se observará que el bagazo comprende aproximadamente un tercio del peso de la caña y un poco más que el del azúcar sin refinar producido. Keller (5) asegura que es probable que se queme un 95 por ciento del bagazo producido anualmente. En la mayoría de los ingenios ha habido pocos incentivos para mejorar la cantidad o la calidad del bagazo más allá de lo absolutamente indispensable para las faenas azucareras.

Todo esto demuestra que influyen muchos factores sobre la cantidad y calidad del bagazo al salir del ingenio. Como sucede en la mayoría de las cosechas, en la zafra se ha consagrado también todo el interés casi exclusivamente al producto obtenido, es decir, la sacarosa, y no se ha prestado

COMPOSICION MEDIA DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS AL ELABORAR UNA TONELADA DE CAÑA EN LA ZAFRA DE 1948

Basada en la recapitulación de informes definitivos

Caña	1 Ton.			Fibra	115,0 Kg.
Fibra	115 Kg.	Bagazo	324 Kg.	No sacarosa	5,5 "
Sacarosa	95 "	Azúcar sin refinar.	73 "	Sacarosa	70,2 "
menos indeterminado.	2,7 "	Torta de las prensas.	46 "	Sacarosa	1,9 "
	92,3 Kg.	Melaza	42 "	Sacarosa	10,9 "
				Azúcar invert.	10,0 "
				No azúcares	11,8 "
				Acido aconítico	1,0 "
No sacarosa	32 "	Torta de las prensas.		Cera	0,4 "
				Componentes menores	0,3 "

casi atención alguna a los subproductos, excepto a sus aspectos perjudiciales.

3. EL BAGAZO COMO MATERIA PRIMA

a) Su valor como combustible

Sólo parte del bagazo constituye un material de desecho, en el sentido de que es necesario incurrir en gastos para eliminarlo. El bagazo es un material voluminoso cuyo peso, en el momento de producirse, es de unos 160 kilogramos por metro cúbico. En general, se transporta directamente a las calderas o a las parvas o tongas de almacenamiento, que sirven como reserva de combustible cuando no funciona la molienda. El bagazo es un buen combustible de bajo poder calorífico. Con las actuales calderas, por lo común, la cantidad de bagazo disponible es más que la necesaria para surtir a toda la fábrica de combustible. Si no se encuentra otra aplicación para los excedentes, se quema en las calderas, rebajando la eficacia y aumentando los costos, o se amontona e incendia más tarde. Gastrock y Lynch (7) han estimado que una tonelada de bagazo, con un 50 por ciento de humedad, tiene un valor como combustible de 1,7 millones de kcal equivalente a 190 metros cúbicos de gas de 8.900 kcal por metro cúbico, o 175 litros de petróleo. El bagazo seco tendría el doble de este valor. En algunos lugares se enfarda para utilizarlo como combustible después de la época de molienda; su valor en este sentido aumenta durante el almacenamiento debido a la pérdida de humedad. En Java (8) se fabricaron aglomerados de bagazo como combustible para cocinar y otros fines.

El costo del combustible que haya de reemplazar al bagazo en el central azucarero fluctúa considerablemente según la localidad y según su disponibilidad y su costo. Luisiana se encuentra en situación privilegiada, porque dispone de gas y petróleo baratos, tal vez una de las razones por las cuales ha podido iniciar una industria próspera aprovechando el bagazo como materia prima. Por otra parte, en las fábricas de azúcar es preferible utilizar el gas y el petróleo como combustible; la que los haya utilizado no volverá voluntariamente a emplear el bagazo.

Al hacer investigaciones económicas para instalar industrias a base de bagazo, debe prestarse gran atención al problema de las necesidades de combustible.

b) Otros usos actuales, exceptuando el de combustible

Hace más de un siglo que los investigadores se preocupan de la fabricación de productos a base de bagazo. En realidad, el resultado de tanto esfuerzo es insignificante y aún

hoy se utilizan menos de un millón de toneladas de bagazo (base seca) en cualquier otro fin que no sea el de combustible en las fábricas de azúcar. Se fabrican actualmente materiales de construcción a base de bagazo en Luisiana, Hawaii, Australia e Inglaterra y, antes de la guerra, en Formosa. Se conoce bien la tecnología de estos procedimientos. Hay varias empresas preparadas para construir instalaciones de este tipo, de suerte que su establecimiento en otros países sólo depende de la solución de problemas económicos y de venta. En Luisiana y Florida el bagazo se convierte en camilla para gallineros y en mantas para proteger plantíos, en vez del musgo esfeñoso; este negocio no sólo ha resultado lucrativo sino que aumenta el volumen cada año. Para este fin, se seca el bagazo en bruto en secadores giratorios; se depura para eliminar el máximo de médula, fibras finas e impurezas, y se enfarda. En algunas plantas el bagazo húmedo también se tamiza antes de secarlo; después de seco, pasa por un molino de martillos gruesos, para desprender mayor cantidad de médula antes de la depuración final. En una fábrica de este tipo se puede trabajar después de la época de la molienda, aprovechando el bagazo enfardado y almacenado. El material preparado con bagazo fresco es de color más claro, se desmenuza menos y es más limpio que el que se fabrica con bagazo almacenado. El costo de fabricación de mantas para proteger plantíos y camillas de gallinero con bagazo fresco es más bajo a pesar del costo del secado.

Al fabricar mantas y camillas se obtiene un subproducto que consiste en una mezcla de médula con fibras finas. Al pasar esta mezcla por una criba, se obtiene una médula de poca densidad y poder de absorción relativamente alto que se utiliza en la fabricación de dinamita. Las mezclas de médula y fibras finas se emplean para absorber las melazas para forraje. Para algunos ingenios es tan lucrativa la fabricación de mantas, camillas y forrajes, que no interesa destinar el bagazo a la fabricación de papel.

Los fracasos iniciales respecto a la fabricación de papel a base de bagazo, pueden atribuirse a la falta de apreciación de los factores tecnológicos y económicos correspondientes. En algunos casos las fábricas eran demasiado pequeñas para trabajar económicamente; en otros, la deficiencia estribaba en los costos de manejo y en los métodos imperfectos de almacenar el bagazo. A fines de los años treinta renació el interés en la posibilidad de fabricar papel a base de bagazo. En esa época se había solucionado el problema del almacenamiento del bagazo y se habían perfeccionado los métodos para enfardarlo y manejarlo económicamente. En muchos laboratorios se había mejorado la tecnología de la fabricación de celulosa.

Actualmente se conocen diez fábricas de papel que fabrican la pasta a base del bagazo. En la mayoría de ellas se mezcla la pasta de bagazo con pastas de madera o bambú para fabricar una gama de papeles y cartones. Tres fábricas —en la Argentina, las Filipinas y la India— utilizan el método Celdecor para fabricar celulosas blanqueadas y otra inicia sus faenas en el Brasil. Dos fábricas peruanas utilizan una variación del método kraft para fabricar cartones y gran variedad de papeles, incluyendo cierto volumen de papel de diario para el mercado local. Una fábrica en Formosa fabrica celulosa blanqueada y sin blanquear por el procedimiento al sulfito neutro. Dos pequeñas fábricas en la Argentina fabrican cartones mediante el procedimiento a la soda, y otra, en Colombia, a base de pasta a la cal. Finalmente, en México se ha instalado una fábrica que produce pasta y papel por el procedimiento mecanoquímico.

En todas estas fábricas —con la posible excepción de las fábricas de cartones de Colombia y la Argentina— se elimina toda la médula posible antes de elaborar el bagazo.

c) Almacenamiento y manejo

En la mayoría de los países la elaboración del azúcar es una faena estacional. Como una fábrica de papeles y cartones debe funcionar durante todo el año, para hacer frente a todas las contingencias hay que prever el almacenamiento de la fibra durante algo más de un año.

Como ya se ha señalado, el bagazo contiene aproximadamente un 50 por ciento de humedad y de 2 a 5 por ciento de azúcar. El suelo de los plantíos inculca al bagazo toda suerte de microorganismos. Es imposible, por ello, evitar la iniciación de fermentaciones, a menos que se mezclen inmediatamente con el bagazo sustancias químicas de acción fuerte que impidan el desarrollo de dichos organismos, o que se seque inmediatamente hasta llegar a un 15 por ciento de humedad. Almacenar esta fibra sin grave merma en la calidad y en la cantidad era problema sumamente difícil.

Las investigaciones realizadas por una empresa de Luisiana, que inició la manufactura de planchas aislantes, permitieron dar a este problema una feliz solución. Aunque los métodos fueron descritos por Lathrop y Munroe (9) y se detallan en la patente 1.920.129 de los Estados Unidos, en las exposiciones recientemente publicadas sobre los métodos de almacenamiento no se han destacado con claridad los principios fundamentales que se aplican ni las precauciones que deben tomarse.

Durante la primera zafra en 1921, la empresa almacenó una parte del bagazo en parvas sueltas y otra en fardos. El material de las parvas sueltas se descompuso intensamente en un período de dos a tres meses. Más tarde se vió que la causa residía en un hongo destructor de las maderas. El material enfardado se almacenó en tongas descubiertas; el examen de varios fardos almacenados durante toda la época demostró que había habido considerable descomposición y que algunos de los fardos se veían negros por fuera, como si estuvieran carbonizados. En los ensayos anteriores para almacenar el bagazo enfardado en Luisiana se habían originado incendios por combustión espontánea. Se estimó entonces que la pérdida de bagazo en el almacenamiento de aquella estación alcanzaba a un 30 por ciento, cifra que más tarde resultó exacta.

Para solucionar el problema del almacenamiento fué necesario instituir un programa de investigaciones que duró casi cinco años. Por desgracia, los resultados obtenidos de experimentación con pequeñas parvas inducían a error. Durante el último año de estudio el departamento de inves-

tigaciones supervisó el almacenamiento de la producción total de uno de los grandes ingenios, sobre base experimental. Cada fardo se pesó al salir y al entrar en las tongas. Se mantuvo un registro exacto del costo de mano de obra y en algunos casos se elaboraron, en la fábrica de cartones, tongas enteras de 500 toneladas o más de fibra, para determinar la relación entre un método de almacenamiento y la calidad del producto final.

Por la presencia del azúcar, humedad y levaduras en el bagazo, en pocas horas el azúcar fermenta y se convierte en alcohol y por la acción de las bacterias y del oxígeno, el alcohol se convierte a su vez en ácido acético. De ambas fermentaciones se desprende mucho calor y se liberan grandes cantidades de anhídrido carbónico a causa de las fermentaciones alcohólicas y de otro tipo que siguen a las dos ya mencionadas. Se observó que si el bagazo húmedo era enfardado con prontitud y colocado en grandes tongas, la temperatura dentro de ellas subía a 60°C en el curso de una semana aproximadamente. A su vez, el gas desprendido por las fermentaciones a esta alta temperatura reducía con rapidez la humedad de los fardos. Además se detenía el desarrollo de muchas bacterias, hongos y otros organismos que habrían destruído la fibra a temperatura más baja. Se comprobó que el interior del bagazo tardaba unos tres meses en enfriarse hasta la temperatura normal del aire. Lógicamente, si los fardos se apilaban dejando canales de aireación entre ellos, la humedad escaparía más fácilmente y el bagazo se secaría con mayor rapidez.

Cuando el contenido de humedad del bagazo se reduce a un 20 por ciento, prácticamente no hay peligro de descomposición. Por otras dos razones se adoptó este sistema de entongar: 1) para evitar el recalentamiento local que podría provocar la combustión espontánea, y 2) para evitar que la acción del ácido acético inutilizara la fibra para la fabricación de celulosa. Si los fardos se amontonaban demasiado juntos o si el bagazo suelto obstruía los canales de ventilación, algunas fibras adquirirían color café, con olor y gusto ácidos, y consistencia dura y quebradiza que dificultaba su conversión en celulosa.

Cuando las parvas de los fardos reciben poca lluvia, basta el método ya descrito; pero en Luisiana llueve copiosamente. Fue necesario adoptar dos medidas más para solucionar el problema de las lluvias. En primer lugar se colocó un techo a las parvas. El más práctico se fabricó de planchas de hierro galvanizado, colocadas encima de los fardos a manera de tejado. Las planchas se bañaron en asfalto para que pudieran resistir la acción del ácido acético contenido en los vapores que surgían de las parvas. Estas planchas, bien recubiertas de asfalto, han durado veinte años o más. Se vió que las lonas u otras cubiertas protectoras colocadas encima de las parvas y sujetas a los lados no servían, porque el agua escurría por la lona y penetraba en la parva. Además, estas cubiertas sólo duraban alrededor de un año.

También era necesario proteger los fardos exteriores contra las lluvias, que provocaban su descomposición. Para este fin se descubrió que una pequeña cantidad de ácido bórico colocado en una capa continua sobre el borde exterior superior de cada fardo, sobre el cual descansaba el borde inferior del fardo siguiente a medida que se hacía la parva, era suficiente para prevenir con eficacia la multiplicación de los microorganismos destructores. También se esparció ácido bórico sobre los fardos superiores para protegerlos del goteo de la humedad condensada durante la noche en la superficie interior del techo de madera. Las parvas sólo se levantaban en terrenos limpios, ligeramente elevados y bien saneados. No deben utilizarse cenizas como base. Todas estas

precauciones son necesarias, y, si se observan debidamente, la pérdida de fibra durante un almacenamiento de 18 meses no debe sobrepasar el 10 por ciento (peso seco). Además, las fibras serán uniformes, sin zonas de mucha descomposición. Puede reemplazarse el ácido bórico por el bórax. En la actualidad existe en plaza un producto denominado borascu, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Recientemente la industria norteamericana de cartones a base de pajas ha adoptado la práctica de utilizar compuestos de boro.

El bagazo húmedo es difícil de enfardar y las enfardadoras destinadas a las pajas de cereales y otros residuos secos no tienen fuerza y resistencia suficiente. Existen diversas marcas de enfardadoras cuyos últimos modelos están provistos de mecanismos para amarrar los alambres automáticamente. Una sola enfardadora de este tipo tiene capacidad para unas 200 toneladas de bagazo en 24 horas. En los Estados Unidos, el Perú y México el fardo normal mide $19 \times 22 \times 36$ pulgadas ($48 \times 56 \times 91$ cm.) y pesa, en estado húmedo, unos 113 kilogramos y, en seco de 57 a 61. Las fábricas que utilizan el método Celdecor en las Islas Filipinas y en la India hacen los fardos de $12 \times 12 \times 24$ pulgadas ($30,5 \times 30,5 \times 61$ cm.), que pesan 41 kilogramos en estado húmedo. La fabricación y manejo de los fardos pequeños cuesta más que la de los fardos grandes, a menos que la mano de obra sea tan barata que pueda descartarse el manejo mecánico.

Se comprueba que, después de formados y atados los fardos, se produce una ampliación de su volumen. En la primera época de esta industria, se produjo mucha ruptura de las amarras de alambre, por lo cual era necesario manejar gran cantidad de bagazo suelto en las parvas. La solución de este problema consistía en obtener un alambre de enfardar con amplia elasticidad. Después de permanecer almacenado algunos meses y de haberse secado, el material se contrae en una masa relativamente dura, lo que exige algún esfuerzo para desprender las fibras que se utilizan en la fabricación de celulosa. La operación puede realizarse a mano mediante el uso de zapapicos, o de abridores de fardos. El material almacenado contiene en general mucho polvo y es preferible tratarlo para eliminar estas impurezas antes de proceder a su conversión en celulosa. Los alambres sacados de los fardos deben recogerse cuidadosamente, ya que los pedazos sueltos pueden ocasionar muchos accidentes en las manos y en los pies. Los trabajadores deben protegerse contra el polvo del bagazo, pues su inhalación ha producido casos de afecciones pulmonares.

Como el enfardado, el almacenamiento y el manejo del bagazo son faenas costosas, no deben escatimarse esfuerzos para eliminar los trabajos innecesarios. La experiencia ha demostrado que es posible mecanizar las faenas en alto grado. Las tongas de bagazo miden $66 \times 100 \times 25$ a 30 pies ($20 \times 30,5 \times 7,6$ a 9 metros). Deben estar a suficiente distancia entre sí para evitar que los incendios se propaguen de una tonga a otra. Debe impedirse la reproducción de malezas cerca de las tongas, y debe advertirse a los empleados que no deben fumar en las inmediaciones. De los numerosos incendios producidos en las tongas de bagazo, se cree que todos ellos se han debido a descuidos. Una vez que prende el fuego en una tonga, es muy difícil apagarlo, porque el bagazo sigue ardiendo en rescoldo durante varios días. Lo mejor es mojar completamente la parva con agua, para que pueda deshacerse en toda la extensión atacada por el fuego.

Generalmente es necesario construir en el ingenio una estación enfardadora hasta la cual se transporta el bagazo suelto por medio de un transportador a correa. Según Keller,

las instalaciones del equipo de enfardar, edificios, patios, líneas férreas, grúas cargadoras, y viviendas en Luisiana costarían aproximadamente 150 mil dólares para una fábrica que pudiera tratar 15 mil toneladas de fibra por estación. Los fardos se transportan al patio de almacenamiento por carro de ferrocarril o camión; una grúa provista de una tenaza o gancho especial los eleva en grupos de seis hasta la cima de la parva en formación. Se agrupan de tal manera que formen los canales adecuados para la circulación de aire. Cuando se deshacen las tongas se utiliza la misma tenaza para cargar los seis fardos en los carros que los transportan a la fábrica de cartón.

También calcula Keller (7) los siguientes costos (expresados en dólares) para el enfardado, almacenamiento y colocación del bagazo en carros dentro del ingenio:

	Por tonelada de fibra seca ¹
Precio de compra del bagazo	2,76
Enfardado, entongado y protección del bagazo en el terreno	6,61
Costos de carga y almacenamiento en vagones de ferrocarril	0,55
Costo total en ingenio	9,92

A este costo hay que añadir el transporte y los costos de descarga y manejo hasta llegar a la fábrica. El costo total, incluyendo una pérdida de 10 por ciento de fibra durante el almacenamiento, se aproxima a los 13 dólares por tonelada métrica de fibra seca.

4. UTILIZACIÓN ECONÓMICA DEL "BAGAZO INTEGRAL"

Hasta ahora no se ha establecido un método que permita la utilización económica del "bagazo integral". Cuando el ingenio emplea el bagazo como combustible, una parte de la médula o bagacillo y de las fibras se elimina por medio de cribas y se utiliza para ayudar a asentar y filtrar los jugos. Sin embargo, no se necesita todo el bagazo para combustible. Se pierde fibra cuando se almacena el bagazo enfardado. Si el bagazo entero se utiliza para la fabricación de productos aislantes o de cartones, se pierde del 10 al 15 por ciento de la médula de las fibras finas en el agua de lavado o sistema de aguas servidas. Cuando se utiliza el bagazo para fabricar papeles o cartones, la mayoría de las empresas se esfuerzan por eliminar el máximo de médula, fibras finas e impurezas por medio del depurado en seco. Cuando el bagazo se convierte por elaboración en camillas o manta, como la médula y las fibras finas se eliminan por procedimientos de depuración; se ha podido aprovechar estos residuos. Es lucrativo su aprovechamiento como relleno especial de la dinamita o como absorbente o vehículo, sobre todo, de la melaza en los forrajes. Este tipo de elaboración se acerca mucho al aprovechamiento del bagazo integral.

a) Desventajas de la médula en la fabricación del papel

En la fabricación de papel y celulosa son innumerables las dificultades causadas por las fibras rotas, ya sea en forma de harina, células radiales, partículas de corteza o tejido inorgánico. Similares son los inconvenientes del bagazo entero con médula, impurezas, carbón y otras materias inorgánicas. Hace más de 40 años que se realizan experimentos con objeto de descubrir algún medio práctico para eliminar la médula. Las verdaderas dificultades consistían en que no

¹ Valor de combustible más una pequeña bonificación, basado sobre el gas a 66 centavos por millón de kcal. (16,66 centavos por millón de Btu).

se encontraba un aprovechamiento lucrativo para la médula una vez separada de la fibra y en que no se había ideado un método práctico y barato para preparar una fibra sin médula. Además, todo el peso de esta tarea recaía sobre el fabricante de papel o celulosa a quien interesaba aprovechar el bagazo.

Aunque algunas solicitudes de patentes hicieran suponer lo contrario, no hay nada confuso en el comportamiento de la médula durante las operaciones de fabricación de papel y celulosa.

La cocción es una reacción química que se produce en las superficies. Cuanta más superficie permanece en contacto con el reactivo, tanto más rápida será la cocción. Por consiguiente, se tratarán con mayor rapidez la médula y las fibras finas que las fibras gruesas; el consumo de reactivos será más rápido y la cocción menos uniforme. Las pastas se agitan en tinajas, pasan por bombas, sobre tamices y se coleccionan en telas de alambre. Toda esta acción mecánica destruye las partículas de la médula y hace que se pierdan con las aguas servidas. Como la hidratación de la celulosa también guarda relación con la superficie, las pastas que contienen médula se hidratan más rápidamente, escurren con mayor lentitud, encogen más al secarse y producen papeles más duros que las pastas normales.

Si se blanquean estas pastas, la médula aumenta el consumo de agentes de blanqueo, porque las impurezas que absorben las células medulares sólo pueden eliminarse con la destrucción de la médula. Las sustancias blanqueadoras en exceso merman los rendimientos de pasta y la hacen menos resistente. Si se encuentran partículas de carbón puede ser imposible conseguir una pasta bien blanqueada.

Es erróneo afirmar que si se aplican métodos correctos de cocción al bagazo entero, es ventajosa y no perjudicial la presencia de la médula. Las impurezas se encuentran dentro de las células medulares al pasar el bagazo entero al digestor; para eliminarlas, debe destruirse la médula, hasta el extremo de que las impurezas restantes no ocasionen inconvenientes. Los procedimientos de prehidrólisis seguidos de lavado y lejiado utilizan fundamentalmente los reactivos para eliminar la médula. Los rendimientos son bajos, altos los costos de los reactivos y del trabajo, y las pastas resultan poco resistentes.

Es evidente que la médula puede desempeñar una función útil en productos especiales, como han sugerido Wells y Atchison (10); pero, en tales casos, la médula debe separarse del bagazo, tratarse adecuadamente y mezclarse con las pastas papeleras en las cantidades necesarias para fabricar estos papeles o cartones especiales.

Las impurezas no constituyen inconveniente tan grave en la fabricación de las pastas ordinarias que sirven para fabricar papeles de envolver baratos. Lo grave es la poca rapidez de escurrimiento de las pastas con mucha médula, que retrasa el funcionamiento de la máquina papelerá. Aunque pudiera creerse que las fábricas de menor tamaño pueden funcionar con maquinarias pequeñas que trabajan a poca velocidad, la tendencia general propende hoy hacia la rapidez. Una fábrica papelerá exige elevadas inversiones que sólo se justifican si se garantiza el trabajo lucrativo durante largo tiempo.

En la actualidad, en muchos países se fabrican comercialmente celulosas blanqueadas y sin blanquear a base del bagazo parcialmente desmedulado. Si bien es difícil que la mayoría de estos papeles y cartones puedan competir en el mercado mundial, por ahora pueden satisfacer demandas específicas en los respectivos mercados locales. A medida que se perfeccionen las normas tecnológicas de esos países,

tal tipo de fabricación encontrará mayores inconvenientes para sobrevivir.

Por otra parte, es posible fabricar celulosas a base de bagazo desmedulado que encuentren aceptación en cualquier mercado. En todos los países es factible fabricar papeles y cartones de superior calidad por medio de mezclas apropiadas aplicando las mejores técnicas de cocción a la fibra desmedulada. Como es lógico, para alcanzar este resultado es necesario primero lograr dos objetivos: 1) establecer un método práctico de separación de médula y 2) encontrar un aprovechamiento de la médula para que las fibras desmeduladas y la médula desfibrada constituyan materias primas remuneradoras y útiles.

b) Métodos para eliminar la médula o bagacillo¹

Todos los métodos comerciales que se utilizan para la separación mecánica de la médula se basan en el depurado en seco. Esos métodos sólo eliminan como un tercio de la médula, trabajando con el bagazo enfardado y almacenado o con el material secado artificialmente. El resto de la médula se encuentra firmemente incrustado en las fibras corticales o cubre los haces fibrovasculares. Parte de ella se desprende si se pasa el bagazo a través de molinos a martillo u otros similares, pero este procedimiento destruye gran cantidad de fibras, y al depurarlo se pierden, aproximadamente por partes iguales, médula y fibras pequeñas. El tratamiento más suave del molino a martillo hace desprenderse menos médula y rompe menos fibras.

En un ingenio que dispone de exceso de bagazo para combustible se somete suficiente cantidad de este material a tratamiento mecánico para satisfacer las necesidades de fibra de una fábrica papelerá asociada; la fibra limpia se enfarda y el resto se destina a combustible. En este caso no tiene importancia la calidad de la médula y, como el exceso de fibra no puede destinarse a combustible, se obtiene a bajo costo. Este método no puede aplicarse en forma amplia.

Actualmente se admite, por lo general, que para separar la médula de la fibra y obtener alta calidad de ambos productos, es necesario desprender la médula cuando el bagazo está mojado.

Se han ideado dos máquinas que desprenden la médula sin romper las fibras: el *hydropulper*, que se presta mejor para el procedimiento de separación cuando se utiliza bagazo seco y enfardado, y el molino de frotación con disco único, más adecuado para tratar el bagazo húmedo, tal y como sale del trapiche. Se han aplicado métodos basados en ambas máquinas en grandes plantas piloto y se han calculado los costos.

Desde el punto de vista del menor costo y del aprovechamiento de la médula, es mejor realizar la separación en el ingenio porque se pueden recuperar aproximadamente dos tercios del azúcar que queda en el bagazo; como éste se convierte en fibras limpias y médula, estos productos pueden aprovecharse en forma óptima. El procedimiento no requiere nueva maquinaria y como se conoce bien cada etapa de la faena no se presentan problemas graves de instalación. (Véase diagrama I).

En su primera etapa, el procedimiento comprende el tratamiento del bagazo, en un transportador, al salir del trapiche, con igual cantidad de agua que la que corresponde a su humedad (50%). La masa así formada pasa a con-

¹ Los métodos descritos están cubiertos por patentes o solicitud de patentes. Véase P. M. Horton y A. G. Keller, U. S. Patent 2.650.176, 5 de agosto de 1953.

tinuación por el molino de frotación con disco único, del mismo tipo del utilizado para moler el forraje, pero provisto de una plancha especial y de una ancha abertura entre las planchas fija y giratoria. Los molinos de este tipo, de 36 pulgadas (91 cm.), tienen capacidad para 90 toneladas métricas de bagazo seco cada 24 horas, con un consumo de energía de 1 HP por tonelada diaria. El agua no se escurre del bagazo al salir del molino, sino que se extrae en una prensa azucarera de tres rodillos como las que se utilizan en los ingenios. El volumen de agua extraída es dos tercios de la utilizada para la maceración o imbibición; contiene dos tercios del azúcar que quedaba en el bagazo, y vuelve al trapiche como parte del agua de maceración. Según el destino que ha de darse a la médula o a las fibras, la masa puede secarse y depurarse, o depurarse en estado húmedo y, a continuación, secar la médula o la fibra, según convenga.

Si se desea obtener médula seca es preferible secar la masa primero y después depurarla. En este caso, el material que sale de la prensa azucarera se transporta a un secador giratorio y se reduce su humedad hasta llegar a un 15 ó 20 por ciento. Como ha sido extraída la mayor parte del azúcar, este material se seca con menos caramelización y pérdidas de las que experimentan ahora los ingenios que secan el bagazo. Como la médula se ha desprendido de las fibras, es posible conseguir, por medio del depurado, una buena separación de médula y fibras. Para este objeto se utiliza un juego de tres depuradores vibratorios, provistos de planchas con perforaciones redondas, del diámetro preferido. La fracción médula pasa a través de los tres depuradores y los materiales que se acumulan en ellos se combinan para formar la fracción fibra. La fibra puede enfardarse entonces y ser destinada a la fabricación de papel, camillas, mantas u otros fines. Si se protegen estas fibras secas contra la acción de las lluvias, no fermentan ni entran en descomposición, de manera que se ahorra por lo menos un 10 por ciento de fibra sobre las compras de bagazo húmedo. Además, la celulosa a base de estas fibras secas y frescas resultará más resistente (10).

La médula es limpia y de excelente absorción. Puede destinarse a la mezcla con melaza y aglomerarse o empacarse en otra forma, para alimentar el ganado.

Si sólo se desea obtener fibra seca y quemar la médula, el material que sale de la prensa azucarera puede pasarse directamente a las mismas depuradoras que se utilizaron para el material seco, lo que reducirá un poco la capacidad de las depuradoras. La médula con 50 por ciento de humedad puede aprovecharse como combustible, con petróleo, gas u otro combustible. La fibra se seca en un secador giratorio y se enfarda. También es posible enfardar las fibras depuradas en estado húmedo y quemar la médula. Conviene determinar si esta fibra, separada y enfardada húmeda, podría almacenarse siguiendo las prácticas corrientes, sin grandes pérdidas originadas por la descomposición. Es posible que en la fibra no quede azúcar bastante para producir la fermentación.

En el cuadro 4 se calcula el costo de obtención de fibra seca y enfardada y de médula seca y aglomerada.

Se señala la asignación de una valor de combustible de 2,76 dólares por tonelada métrica de bagazo (peso "secado al horno") y un costo de 2,76 dólares por tonelada métrica por concepto de enfardado de las fibras y elaboración de los aglomerados de médula. Las cifras de 13,56 dólares por tonelada métrica de fibra enfardada y almacenada y de 9,15 dólares para la médula aglomerada son costos de fabricación y no incluyen las ganancias ni los gastos administrativos y de venta. Para que este método encuentre aplicación prác-

tica es necesario colocar en el mercado tanto la fibra como la médula.

Cuadro 4

ESTIMACION DE LOS GASTOS DE OPERACION REQUERIDOS EN LA SEPARACION DEL BAGAZO ENTERO EN MEDULA Y FIBRA LIBRE DE MEDULA

CASO 1: BAGAZO SECADO ANTES DEL CRIBADO, FIBRA ENFARDADA; MEDULA MEZCLADA CON MELAZA Y AGLOMERADA. RENDIMIENTO: 21,6% MEDULA; 68,4% FIBRA; 10% IMPUREZAS Y PERDIDAS

Valor del bagazo como combustible, dólares 2,76 por tonelada. Estimación en dólares por tonelada (secada al horno)

Combustible y energía.	1,190
Mano de obra, dirección, mantención, materiales.	1,550
Gastos fijos.	1,632
Total.	4,372
Crédito por azúcares recuperados.	1,102
	3,270
Costo, por tonelada de fibra o médula secada al horno sobre un rendimiento de 90%.	3,633
Valor como combustible, por tonelada de médula o fibra secada al horno.	2,760
Costo, por tonelada para enfardar la fibra o aglomerar la médula, secada al horno.	2,760
Costo por tonelada de fibra enfardada o médula aglomerada secada al horno.	9,153
Costo de entongado, cubrir las pilas, cargar (Keller)	4,409
Costo de fibra libre de médula almacenada, por tonelada secada al horno.	13,562
Costo de médula aglomerada, por tonelada secada al horno.	9,153

Cuadro 5

ESTIMACION DE LOS GASTOS DE OPERACION REQUERIDOS EN LA SEPARACION DEL BAGAZO ENTERO EN MEDULA Y FIBRA LIBRE DE MEDULA

CASO 2A: FIBRA SECADA Y ENFARDADA DESPUES DE CRIBADO HUMEDO; MEDULA QUEMADA EN HUMEDO COMO COMBUSTIBLE. VALOR COMO COMBUSTIBLE; DOLARES 2,76 POR TONELADA SECA AL HORNO. RENDIMIENTO: 21,6% MEDULA; 68,4% FIBRA, 10% IMPUREZAS Y PERDIDAS

Estimación en dólares por tonelada (secada al horno)

Combustible y energía.	0,696
Mano de obra, dirección, mantención, materiales.	1,473
Gastos fijos.	1,473
Total.	3,642
Crédito por azúcares recuperados, por tonelada de bagazo secado al horno.	1,102
Gastos netos de operación, por tonelada secada al horno	2,540
Costo por tonelada de fibra o médula secada al horno sobre un rendimiento de 90%.	2,828
Costo de separación, por tonelada secada al horno, \$0,98.	0,980
	3,808
Valor como combustible, por tonelada de fibra secada al horno.	2,760
Costo de enfardado, por tonelada de fibra secada al horno.	2,760
Costo de entongado, cubrir las pilas, carga (Keller)	4,409
	13,737

En el cuadro 5 se presentan los cálculos correspondientes al costo del método 2A. En este procedimiento se depura el bagazo húmedo al salir de la prensa azucarera; la médula

húmeda va a las calderas en calidad de combustible, y la fibra se seca en un secador giratorio, se enfarda y se almacena. En todos estos cálculos las cifras de Keller para enfardado, entongado, protección y carga, que ascienden a 7,17 dólares, menos 2,76 por costo de enfardado, se han usado para calcular los costos de almacenamiento y entongado. El costo de 13,74 dólares de la fibra desmedulada según el método 2A es ligeramente superior al que se obtiene al enfardar la fibra y aglomerar la médula. Sin embargo, en el caso 2A no es necesario colocar la médula en el mercado.

Para preparar la fibra desmedulada con bagazo almacenado debe emplearse otro método. Es indudable que al pasar el bagazo seco por el molino de frotación se romperían las fibras, tratamiento más violento aún que el del molino a martillo. Al elegir un procedimiento de separación en estado húmedo debe considerarse que es muy difícil mojar el bagazo seco almacenado. El mejor método para lograrlo es tratarlo en el *hydrapulper*, medida que se aplica en gran escala en la industria. Los fardos enteros se cargan continuamente en el *hydrapulper* y la fibra mojada que se mantiene a baja densidad se saca en forma ininterrumpida a través de la plancha de extracción.

Se ha comprobado que cuando el bagazo con alta densidad se trata por lotes en el *hydrapulper*, el roce interno que se produce en la masa circulante produce el desprendimiento de la médula en un período de 15 a 25 minutos, del cual se requieren alrededor de 5 para mojar el material. El *hydrapulper* tiene una plancha de extracción con perforaciones de tres octavos de pulgada de diámetro (9,5 mm). Después del período de tratamiento se abre la válvula de salida y se agrega agua durante unos 2 minutos, en la misma medida en que ésta va saliendo. El agua arrastra la médula y deja las fibras limpias y listas para el tratamiento químico. La médula contiene fibras gruesas que pueden eliminarse con una depuradora Jönsson de perforaciones de 0,075 pulgadas (1,9 mm). La fibra se utiliza para la fabricación de celulosa y la médula puede recogerse en un espesador, y desaguarse en una prensa de tornillo, hasta que quede 40 por ciento seca, y secarse después en una secadora giratoria. La médula y las fibras finas, después

de prensadas, quedan aptas para aprovecharse como combustible en polvo. En el diagrama 1 se presenta un esquema de esta operación.

Cuadro 6

ESTIMACION DEL COSTO DE SEPARACION DEL BAGAZO ENFARDADO EN MEDULA Y FIBRA LIBRE DE MEDULA. FIBRA HUMEDA A LOS DIGESTORES, MEDULA PARA SER QUEMADA HUMEDA. COSTO DEL BAGAZO ENFARDADO Y ALMACENADO: DLS. 9,92 MAS 10% POR PERDIDAS DE ALMACENAMIENTO, TOTAL DOLARES 10,91. RENDIMIENTO: 21,6%; MEDULA 68,4% FIBRA 10%; RESIDUOS Y PERDIDAS

Estimación en dólares por tonelada (secada al horno)

Costo de materia prima	10,91
Energía y agua	0,77
Mano de obra, dirección, mantención, materiales	1,60
Gastos fijos	1,73
Total	15,01
Costo neto de operación, por tonelada de fibra o médula secada al horno sobre un rendimiento de 90%	16,68
Costo neto de operación, por tonelada de fibra secada al horno basado en un rendimiento de 68,4%, médula sin valor	21,94
Crédito por bagacillo como combustible, por tonelada de fibra secada al horno, a 2,76 por tonelada	0,87
Costo neto de la fibra húmeda para ser lejiada, por tonelada secada al horno	21,07

En el cuadro 6 se indican los cálculos del costo de separación por el método *hydrapulper*. En este caso también se quema la médula. El bagazo entero que entra en el procedimiento se calcula a 9,92 dólares la tonelada métrica (peso "secado al horno"), más una pérdida de un 10 por ciento durante el almacenamiento, o sea un total de 10,91 dólares por tonelada (peso "secado al horno"). Los costos de separación son mayores en este método que en los demás, como se desprende de la comparación de costos que se presenta a continuación.

Cuadro 7

COSTO ESTIMADO POR TONELADA (SECADA AL HORNO) PARA PREPARAR, ALMACENAR, CARGAR Y CUBRIR LOS FARDOS DE FIBRA Y PARA AGLOMERAR LA MEDULA O SEPARAR EL BAGAZO ALMACENADO

(Dólares)

	Bagazo entero (Keller)	Caso 1 Fibra seca enfardada; médula seca aglomerada	Caso 2A Fibra seca enfardada; médula húmeda quemada como combustible	Caso 2B Médula seca aglomerada; fibra húmeda quemada como combustible	Caso 2C Fibra húmeda enfardada; médula húmeda quemada como combustible	Hydrapulper Fibra húmeda a los digestores; méd. húmeda quemada como combustible
Fibra	9,92	13,562	13,737		12,650	21,07
Médula	9,92	9,153	Combustible	15,284	Combustible	Combustible

Para los distintos cálculos no se han tomado en cuenta los gastos de edificación. Las disparidades en cuanto a cargos fijos que aparecen en los cuadros 4, 5 y 6, se deben a diferencias de costos de inversión y gastos generales, respectivamente. En la actualidad no se dispone de datos sobre el

costo en los métodos modernos de depuración industrial del bagazo. Se cree que, sobre la misma base de costos de mano de obra, gastos generales, etc., el bagazo depurado, enfardado y almacenado, costará aproximadamente lo mismo que la fibra secada, enfardada y almacenada (casos 1 ó 2A).

Diagrama 1

PROCEDIMIENTO DEL MOLINO DE DISCO PARA SEPARAR LA FIBRA Y LA MEDULA DEL BAGAZO HUMEDO, EN EL INGENIO AZUCARERO

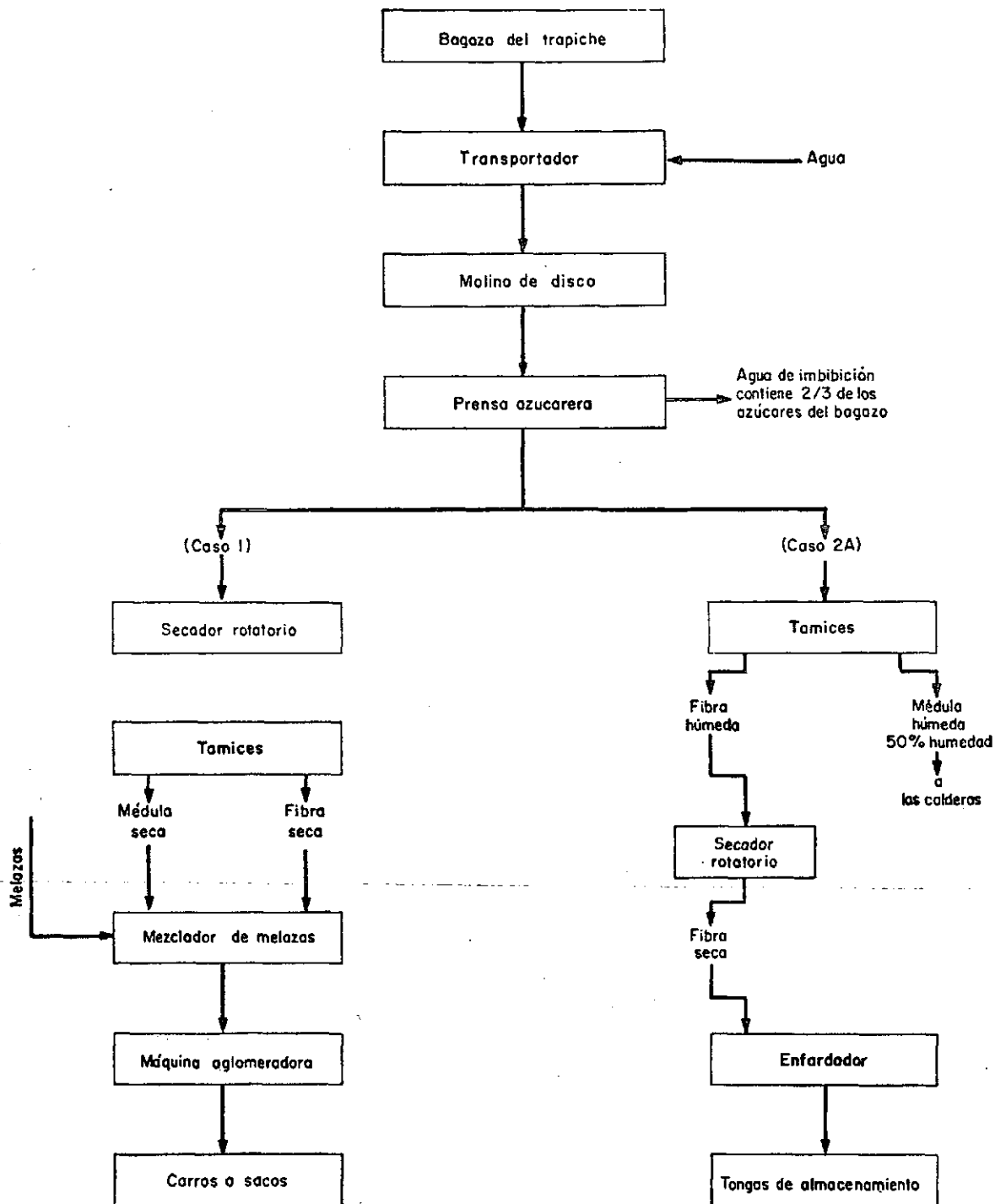
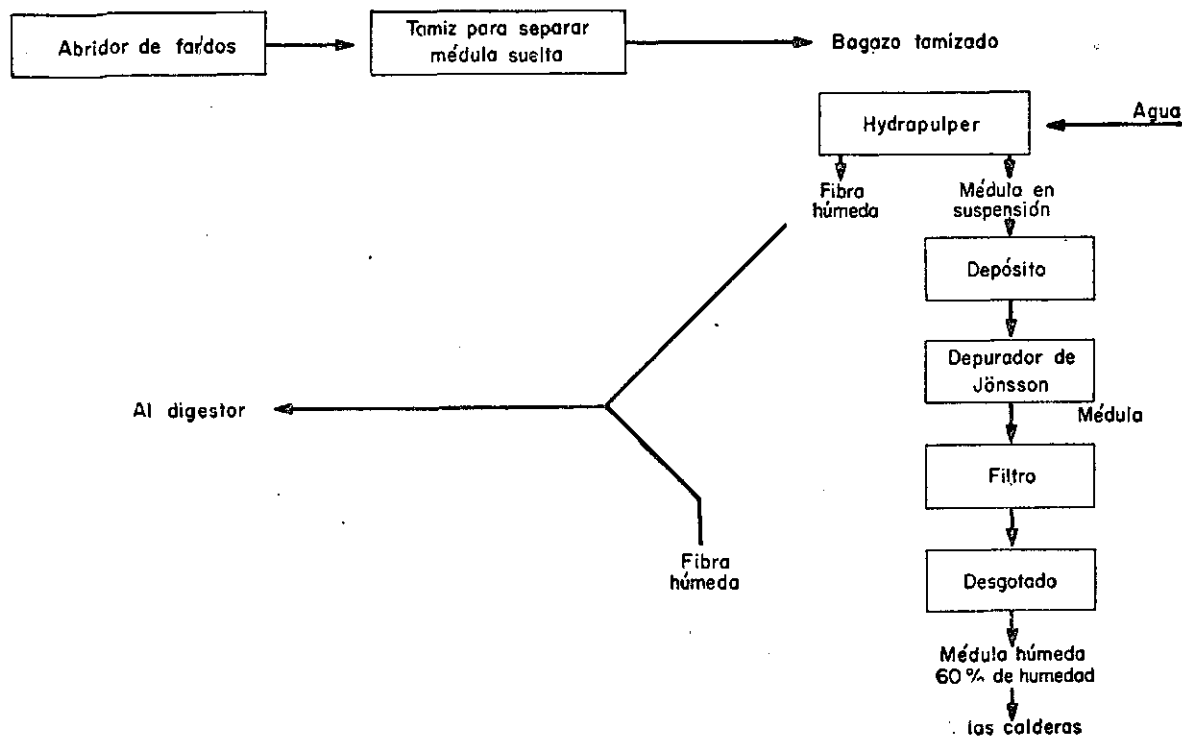


Diagrama 2

PROCEDIMIENTO HYDRAPULPER PARA SEPARAR EL BAGAZO ALMACENADO EN LA FABRICA DE CELULOSA EN MEDULA Y FIBRA LIBRE DE MEDULA



Cuadro 8

COMPARACION DE LOS COSTOS DE PASTAS EN TERMINOS DE FIBRA CRUDA BASADOS SOBRE LOS COSTOS DE FIBRA DE BAGAZO LIBRE DE MEDULA - CASO 1 \$13,562/TON. (SECADA AL HORNO); HYDRAPULPER, \$21,07/TON (SECADA AL HORNO); Y BAGAZO ALMACENADO (10% DE PERDIDA DE ALMACENAMIENTO) \$10,91/TON SECA

(Dólares)

	Fibra libre de médula		Bagazo total		
	Rendimiento	Costo por tonelada de pulpa secada al horno	Rendimiento	Costo por tonelada de pasta (secada al horno)	
		Caso 2A		Hydrapulper	
Blanqueada (Blancura 80)	48	28,03	43,90	37	29,46
No blanqueada	60	22,43	31,87	48	22,72
Corrugado	75	17,91	28,10	65	16,81

Se ha indicado antes que pueden obtenerse rendimientos más altos y celulosas más fuertes y de mayor grado de desgote de la fibra desmedulada que de la materia prima almacenada sin depurar. En el cuadro 8 se calculan los costos de la fibra desmedulada y del bagazo entero, necesarios para fabricar una tonelada de pasta de tres tipos diferentes, sobre la base de los rendimientos corrientes de pasta. En estas cifras no se considera la necesidad de mayor cantidad de reactivos para tratar el bagazo entero, ni además se tiene en cuenta que se consume más energía, mano de obra, etc., por la mayor lentitud del lavado, depurado y funcionamiento de la máquina papelera. Estos datos de-

muestran que son prácticamente idénticos el costo de la fibra (caso 2A) y el del bagazo entero que se necesitan para producir una tonelada de estas celulosas, excepto en la pasta para cartones corrugados. Una gran instalación experimental de construcción reciente y destinada a fabricar pasta para cartones corrugados a base del bagazo entero, demostró que esta pasta escurría tan lentamente, que no corría en la máquina papelera y que sólo después de pasada por espesadores para eliminar un 8,5 por ciento del material, que consistía en fibras finas, podía fabricarse una buena alma para cartón corrugado. Por otra parte, dicha alma, que se fabricaba con facilidad, con fibra desmedulada, era superior a la que se encuentra en el comercio. Estos datos indican que con los actuales métodos de separación, la fibra desmedulada puede competir con el bagazo entero en cuanto a costo, y el producto que se obtiene es de alta calidad en vez de la inferior o mediana que se logra a base de bagazo entero.

La compañía mexicana que actualmente utiliza el procedimiento mecanoquímico para la fabricación de celulosa ha perfeccionado un procedimiento para desmedular el bagazo, ya sea en el estado húmedo en que sale del ingenio o seco enfardado. La máquina utilizada en este procedimiento tiene gran capacidad, es de construcción relativamente barata, consume muy poca energía y requiere poco mantenimiento; por consiguiente, los costos de desmedulado son inferiores a los de cualesquiera de las estimaciones hechas con anterioridad.

El monto de los costos fluctúa según el precio de los combustibles y las proporciones relativas de médula y fibra en el bagazo que se trate. A medida que se elimine más médula por el tratamiento mecánico, se reduce el costo de los reactivos y mejora la calidad de la celulosa. La calidad óp-

tima y los costos de reactivos más bajos por tonelada de celulosa sólo serán posibles si se utiliza la fibra desmedulada.

c) *Aprovechamiento de la médula*

Los análisis de costos demuestran que la fibra desmedulada se prepara mejor en el ingenio durante la época de la mollienda. Si se dispone de un exceso de bagazo para combustible, al reemplazarse por médula parte de la fibra que se quema se rebajan los costos en 2,76 dólares por tonelada métrica de fibra, aunque sería más beneficioso para el ingenio encontrar un mercado mejor para la médula y no destinarla a combustible.

Ya se ha indicado que tal mercado lo crea el aprovechamiento de la médula como absorbente de las melazas para el forraje (11). El laboratorio de la Northern Utilization Research Branch ha proseguido las investigaciones sobre este tema y ya se ha descubierto un método para determinar el poder de absorción de la médula u otros ingredientes del forraje (12). Se comprobó que la capacidad de absorción de la médula separada industrialmente equivale a dos tercios o a la mitad de la médula preparada en estado húmedo, mientras que la capacidad de los ingredientes comunes del forraje equivale a un tercio o a la mitad del mismo valor. Una mezcla de un 30% de médula separada en estado húmedo y 70% de melaza de 80° Brix no se apelmazará durante el almacenamiento en un clima húmedo, fenómeno que se produce con la mezcla de esta misma cantidad de melaza y la médula depurada por los procedimientos comerciales corrientes. Con ambas mezclas pueden hacerse aglomerados.

La melaza y el bagazo son los principales subproductos de la elaboración de la caña de azúcar y ambos se producen en cantidades casi idénticas cuando se muele la caña para extraer el azúcar. El bagazo siempre ha podido emplearse como combustible; en cambio en ciertas localidades, a veces no ha sido posible aprovechar la melaza. El precio de ésta ha fluctuado según el del alcohol, de un mínimo a un máximo extremo. Las perspectivas de la melaza en este mercado no son muy alentadoras por el aumento de la fabricación de alcohol sintético; en el otoño de 1953 cerraron las fábricas de caucho sintético que consumían alcohol. Para la industria azucarera es de suma importancia conseguir la separación del mercado y los precios de la melaza para los efectos de las condiciones que prevalecen en el mercado del alcohol. En el último informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos sobre la situación de la melaza se señala que existen condiciones óptimas para lograr esa independencia.

Se ha hecho notar en diversas condiciones que el mejor precio de las melazas se obtiene cuando se destinan a forraje. El aprovechamiento de la melaza en la alimentación del ganado ha aumentado sin interrupción en los Estados Unidos a partir de 1945. Numerosos especialistas en alimentación animal, investigan ahora el aprovechamiento de residuos vegetales, melaza, urea o sales de amonio y los alimentos complementarios que se requieren para la engorda, la preparación y la alimentación del ganado. Por ejemplo, en esas raciones se incluyen grandes toneladas de mazorcas de maíz molidas. Se realizan numerosas investigaciones sobre la acción digestiva de las bacterias de la panza que permitan al animal obtener energía de los hidratos de carbono, celulosas y pentosanos de estas materias vegetales de baja calidad.

La melaza constituye sin duda un importante ingrediente para fomentar esa acción. Según datos recientes conviene absorber las melazas en un cortador o vehículo finamente dividido de manera que no pase demasiado rápidamente por la panza. Esto evita la diarrea, que a menudo se produce cuando se administra la melaza líquida, y parece también que contribuye a obtener más energía de la materia vegetal. En dicho forraje puede suministrarse al animal un tercio de sus necesidades en proteínas por medio de la urea o sales de amonio. La melaza puede amoniarse y disolver la urea. Los demás componentes del alimento —minerales, vitaminas y antibióticos— los fabrican las industrias químicas, pero el resto del consumo de proteínas debe provenir de fuentes vegetales, generalmente de las harinas de oleaginosas.

Los estudios del mercado indican que las melazas, que se calculan en casi 3.800 millones de litros al año, poseen un enorme potencial para la alimentación animal en los Estados Unidos. Es difícil comercializar la melaza líquida para el pequeño ganadero o agricultor, sobre todo en los Estados del norte y es conveniente emplearla seca.

En el trópico se han realizado numerosos ensayos de alimentación con melazas mezcladas con bagazo depurado. El fracaso se debió probablemente a dos condiciones principales. En primer lugar, el tipo de ganado que tolera el clima tropical no es el mejor productor de carne. Parece que las nuevas razas de ganado logradas en Texas y Florida podrían utilizarse satisfactoriamente en el trópico. En segundo lugar, aunque en la mayoría de los países tropicales existe un exceso de hidratos de carbono, escasea la proteína para la alimentación animal. Como actualmente por lo menos un tercio de las necesidades de proteínas puede suplirse con la urea o el amoníaco, son menores las exigencias de aquélla para la alimentación del ganado en el trópico. Por ejemplo, si en vez de embarcar la copra a América o Europa para la extracción del aceite, se realizara esta faena en las zonas tropicales, se obtendría una fuente de proteínas.

El ganado engordado por el sistema de forraje o alimentado durante el invierno con raciones vegetales que contienen melazas proporciona mejor carne que el nutrido con pastos. Es creencia general que las proteínas animales son preferibles a las de origen vegetal.

En algunos países en los que la producción del alcohol es monopolio del Estado y no puede ampliarse la producción de azúcar por la falta de mercados, es posible enfocar desde otro ángulo la producción de fibras desmeduladas. La caña de azúcar podría cultivarse y molerse como se hace ahora; pero el jugo, en vez de convertirse en azúcar, se fermentaría directamente para producir alcohol. Esta operación consumiría mucho menos combustible y, con el uso de la médula para combustible, se liberaría aún más fibra. Podrían fermentarse los residuos de la fábrica de alcohol para fabricar gas metano, que se usa con eficacia en los motores diesel para generar energía directamente. Si resultaran económicas estas operaciones integradas, se podría proporcionar a la industria papelera fibra muy barata.

Sin embargo, al considerar la estrecha integración de un ingenio con una fábrica de papel y celulosa, es necesario tener presente que la fábrica papelera, si desea elaborar papel blanqueado, no debe utilizar como combustible bagazo ni médula, por la contaminación casi inevitable de la celulosa blanqueada con partículas de carbón. Si la fábrica de papel se construye cerca del ingenio, debe ubicarse en tal forma que pueda evitarse el mismo peligro.

- (1) C. C. Dymond, "The Waste of the Sugar Cane Industry", *Soil and Health* 2: 168-173, 1947; *Intl. Sugar J.* XLIX (587): 286-287, noviembre 1947.
- (2) W. S. Daubert, "Cost of Trash to the Sugar Factory", *Sugar* 44 (7): 32-33, julio 1948.
- (3) Kartar Singh, *Sugar* 40 (10): 29-30, octubre 1945.
- (4) E. A. Vásquez, "Algunos Productos de la Fibra de Caña de Azúcar", *Ingeniería Azucarera*, 26-27, septiembre-octubre 1949.
- (5) A. G. Keller, "Louisiana Sugar Cane Bagasse", *Paper Trade Journal*, 29, 32, mayo 2, 1952.
- (6) L. F. Martin, "Potential By-Products of Raw Cane Sugar Manufacture", *The Sugar Journal* 12 (11): 12, 13, 23, abril 1950, y Grayson, "Recapitulation of Final Reports of Louisiana Sugar Cane Factories, Crops 1939-48", *Sugar Bulletin* 27 (22): 335, agosto 15, 1949.
- (7) E. A. Gastrock y D. F. J. Lynch, "Cost Evaluation of Bagasse for Industrial Utilization", *Facts about Sugar* 34 (6): 37-39, junio 1939.
- (8) H. J. Spoelstra, *Arch. Suikerind.* 41 (III): 1-28, 1933.
- (9) E. C. Lathrop y T. B. Munroe, "Industrial Preservation of Crop Fibers", *Ind. Eng. Chem.* 26 (6): 594-598, junio 1934; H. R. Hay y E. C. Lathrop, "Storage of Crop Fibers and Preservation of Their Products", *Paper Trade Journal* 112 (9): 29-34, febrero 27, 1941.
- (10) S. D. Wells and J. E. Atchison, "Production of Pulp from the Fibrous Elements of Sugar Cane Bagasse", *Paper Trade Journal* 112 (13): 34-38, marzo 27, 1941.
- (11) E. C. Lathrop, S. I. Aronovsky, y T. R. Naffziger, "Increased Profits from Cane Sugar Byproducts", *Sugar Journal* 14 (1): 10, 12, 14, 25-32, junio 1951.
- (12) T. R. Naffziger and H. I. Mahon, "Feed Evaluation-Determination of Absorption Capacity and Fibrous Material of Pitch and Certain Feed Constituents", *J. Agr. Food Chem.* 1 (13): 847-851, septiembre 16, 1953.

AHORRO DE BAGAZO PARA LA FABRICACION DE PAPEL CONSIDERACIONES TERMICAS¹

Cellulose Development Corporation Ltd., John Thompson Water Tube Boilers Ltd., y algunos fabricantes de
azúcar y de equipo azucarero (Reino Unido)

I. INTRODUCCIÓN

El bagazo se emplea desde hace algún tiempo para fabricar cartones de diversos tipos y papel de envolver corriente, pero la producción comercial de pasta blanqueada de bagazo para la fabricación de papel fino sólo se inició poco antes de la última guerra mundial. Los nuevos adelantos técnicos en la fabricación de celulosa de bagazo han permitido aumentar considerablemente la producción de papel y de cartón a base de este residuo y algunos ingenios de azúcar han añadido a sus actividades, por iniciativa propia, este provechoso renglón industrial.

Sin embargo, con frecuencia se oye decir que las necesidades de vapor de los ingenios dejan muy poco excedente de bagazo para la fabricación de papel o no dejan ninguno, y que podría resultarles antieconómico reemplazarlo por otros combustibles.

Antes de pensar en economizar bagazo, debe determinarse la cantidad mínima que se necesita para que una fábrica de celulosa trabaje económicamente. Con este fin, se supone una fábrica con una capacidad mínima diaria de 20 toneladas métricas de celulosa, aunque en ciertos casos se justifique económicamente una producción de sólo 15 toneladas de celulosa blanqueada. Según el tipo de papel o cartón que se quiera fabricar, esta producción puede representar de 60 a 95 por ciento de la materia prima fibrosa necesaria, ya que la celulosa de bagazo se mezcla con otras pastas.

Este trabajo tiene por objeto sugerir la manera de crear excedentes de bagazo en donde antes no existían o eran insignificantes, con el fin de aprovechar esta materia prima en la industria papelera sin necesidad de reemplazarla por otros combustibles. También se considera la sustitución total del bagazo.

La producción de celulosa se expresa generalmente en términos de toneladas de celulosa secada al aire (s. a.), equivalente a un contenido de 90 por ciento de celulosa absolutamente seca, o secada al horno (s. h.) y 10 por ciento de agua. Las necesidades anuales de bagazo dependen del número de días trabajados al año y del rendimiento en celulosa de la materia prima preparada, correspondiente al procedimiento de fabricación empleado. Debe tenerse en cuenta que la médula o bagacillo puede extraerse antes de la fabricación de celulosa (y usarse como combustible), en cantidades variables de 0 a 30 por ciento, según sea la clase de papel y cartón que se produzca.

Para la preparación de semipasta hay que suponer seis días de trabajo por semana y para la producción de celulosa blanqueada se requiere trabajo "continuo" (13,5 días por quincena), porque es muy probable que la fábrica tenga que producir, para su propio consumo, soda cáustica y cloro en una planta electrolítica que funcione normalmente en jornadas continuas. En cada caso puede preverse una paralización de 14 días al año (cuadro 1).

Cuadro 1

CANTIDAD DE BAGAZO QUE SE NECESITA ANUALMENTE PARA PRODUCIR 20 TONS. DE PASTA (S. A.) POR CADA 44 HORAS

Tipo de celulosa	Rendimiento expresado como porcentaje de pasta (s. a.) en relación al bagazo completamente seco	Toneladas de bagazo secado al horno por cada 24 hs.	Días trabajados por año	Toneladas de bagazo por año	
				Secado al horno	45% de humedad
Semipasta para la fabricación de papeles y cartones corrugados, etc.	65 aprox.	31	300	9.300	17.000
Semipasta para la fabricación de papel para envolver, papel para sacos, etc.	55 aprox.	36	300	10.800	20.000
Celulosa blanqueada para papeles finos (por ejemplo, papel de imprenta y de escribir)	39 aprox.	52	340	17.000	32.000

P. Honig, que en 1950 desempeñó el cargo de Presidente de la International Society of Sugar Cane Technologists (ISOCATE), declaró que se había podido comprobar en la práctica que un ingenio de azúcar puede abastecer sus necesidades de energía eléctrica y de vapor empleando sólo 8 por ciento de la fibra de la caña.

Se sobreentiende que esta aseveración supone un alto grado de eficiencia y que aquélla es una cifra óptima, como se verá más adelante. Sin embargo, como el contenido de fibra de la caña fluctúa entre 11 y 17 por ciento, el exce-

dente teórico de bagazo de un ingenio puede variar entre 3 y 9 por ciento. Si se considera un término medio de 13 por ciento, se obtendrá un excedente de fibra de 5 por ciento con relación a la caña.

Aunque es obvio que la selección de caña con un contenido mayor de fibra creará mayores excedentes de bagazo, sólo se podrá fomentar el crecimiento de caña con un contenido mayor de fibra si se restringe la producción de azúcar y se ofrecen precios atractivos por el bagazo.

En los casos en que la refinación del azúcar se hace en el mismo ingenio (azúcar blanco de plantación, como en el Brasil), el consumo normal de vapor aumenta en un 10

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.3.

por ciento y posiblemente hasta en un 20 por ciento. Sólo unas cuantas refineras de azúcar modernas disponen de excedentes de bagazo para fabricar celulosa.

Sin embargo, la mayor parte del azúcar se produce como azúcar sin refinar y se envía a otra parte para su refinación. A continuación se presenta una estimación de las necesidades de vapor de los ingenios de azúcar moreno o sin refinar (cuadro 2).

Cuadro 2

NECESIDADES DE VAPOR DE UNA FABRICA DE AZUCAR MORENO O SIN REFINAR

	Vapor por tonelada de caña
Primer caso: Carente de electricidad; con bombas de acción directa a vapor.	600-700 kg
Segundo caso: Moderna, con un turbogenerador que proporciona energía eléctrica para todas las máquinas pequeñas, especialmente para las bombas; control cuidadoso del empleo de vapor.	500-600 kg
Tercer caso: Con evaporadores de quintuple efecto; extracción de vapor de los evaporadores, termocompresión o evaporación bajo presión, con vapor recalentado de alta presión.	400-500 kg

2. GENERACIÓN DE VAPOR CON BAGAZO

El rendimiento normal del bagazo en términos de vapor —indudablemente no inferior al rendimiento medio— corresponde al de una instalación pequeña del tipo de recalentamiento, que trabaja a baja presión y produce 2,6 kg de vapor por kilogramo de bagazo que contenga 45 por ciento de humedad y 55 por ciento de sólidos. Expresado en función de fibra seca, se podría decir que un kilogramo de fibra produce aproximadamente 5 kg de vapor.

Como ya se ha indicado, el contenido de fibra de la caña varía, pero si se considera un contenido medio de 13 por ciento (130 kg por tonelada de caña) el vapor que genera todo el bagazo quemado es igual a 650 kg (5 X 130) por tonelada de caña.

Si, como se sugirió antes, sólo se quemara el 8 por ciento, o un poco más del 60 por ciento del contenido total de fibra (13 por ciento), el total de vapor generado alcanzaría aproximadamente a 400 kg por tonelada de caña. Es evidente, por lo tanto, que para hacer funcionar una fábrica de azúcar sin refinar quemando sólo el 8 por ciento del peso de la caña molida, el vapor debe emplearse en la forma más económica, lo que supone un control de primera clase y óptimas condiciones de funcionamiento. En esas condiciones ideales quedaría disponible un excedente de bagazo que alcanzaría casi al 40 por ciento.

En muchas instalaciones antiguas, debido al mal funcionamiento de las calderas y los hogares, la producción de vapor es sólo de 1,9 kg por cada kilogramo de bagazo con 45 por ciento de humedad, o sea de 3,65 kg por kilogramo de fibra seca. Esto equivale a una producción de vapor de 475 kg por tonelada de caña, si se quema todo el bagazo, en tanto que el consumo de una fábrica de ese tipo (véase el cuadro 2) puede fluctuar entre 600 y 700 kg de vapor por tonelada de caña. Para cubrir íntegramente sus necesidades de vapor, estas fábricas se ven en la necesidad de emplear combustibles suplementarios.

Por consiguiente, la situación relativa a los excedentes de bagazo varía de tal modo que, mientras en algunas fábricas el bagazo excede en un 40 por ciento a las necesidades

de combustible, otras se ven obligadas a emplear combustibles suplementarios.

Las fábricas de azúcar sin refinar pueden abastecer a las fábricas de papel de bagazo en cantidad suficiente lo que las favorece, porque los excedentes de este residuo significan una molestia, y deshacerse de ellos constituye un problema o un desembolso. (Como ejemplo se puede citar el ingenio azucarero asociado con la Compañía de Celulosa de Filipinas, que produce 15 toneladas diarias de papel fino).

Muy a menudo, los ingenios equilibrados térmicamente en su consumo y producción de bagazo aumentan su capacidad sin alterar el equipo de molienda. Esto puede originar un exceso de bagazo sin necesidad de introducir otras modificaciones.

El por ciento de bagazo sobrante en un ingenio se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Excedente} = \frac{\text{Total del bagazo producido} - \text{bagazo quemado}}{\text{Total del bagazo producido}}$$

Las cantidades de caña que deben molerse anualmente para disponer de los excedentes de bagazo necesarios para la fabricación de papel (según el cuadro 1), pueden observarse a continuación (cuadro 3).

Cuadro 3

PESO MINIMO (APROXIMADO) DE LA CAÑA QUE ES NECESARIO MOLER ANUALMENTE PARA OBTENER LOS EXCEDENTES DE BAGAZO NECESARIOS PARA FABRICAR PAPEL, POR EJEMPLO, PARA UNA FABRICA DE PASTA CON PRODUCCION DIARIA DE 20 TONELADAS

(Contenido medio de fibra supuesto en la caña — 13 por ciento)

Tipo de pasta	Excedente		
	10 por ciento	20 por ciento	30 por ciento
	(tons/año)		
Para la fabricación de papeles y cartones corrugados, etc.	715.000	355.000	240.000
Para la fabricación de papel de envolver y papel para sacos.	830.00	415.000	280.000
Para la fabricación de papeles finos.	1.360.000	680.000	455.000

A pesar de estas cifras tan prometedoras, sucede con mucha frecuencia que el excedente de bagazo de un ingenio es muy pequeño o nulo, lo que no debe causar sorpresa si se considera que es un serio problema el deshacerse de excedentes de bagazo. Por lo tanto, no existe normalmente un incentivo para considerar un alto grado de eficiencia térmica al diseñar una fábrica de azúcar, ya que el consumo de vapor es menor que la cantidad que podría producirse quemando todo el bagazo; en general, siempre se ha estimado lógico instalar calderas y generadores de vapor de tipo muy simple.

De lo que antecede se desprende que es muy fácil encontrar los medios para mejorar sustancialmente la eficiencia térmica con el propósito de destinar los excedentes de bagazo a la fabricación de celulosa.

Hay dos maneras de abordar este problema:

I. Economizando vapor y eliminando las pérdidas en su empleo.

II. Mejorando la eficiencia de la generación de vapor.

A continuación se estudian estos dos puntos por separado.

I. COMO ECONOMIZAR VAPOR EN UN INGENIO DE AZUCAR

1. VAPOR PARA PRODUCIR ENERGÍA

En el cuadro 2 se ha mostrado que las necesidades totales de vapor de una fábrica de azúcar sin refinar experimentan marcadas variaciones, desde 700 kg por tonelada de caña molida, en las instalaciones no electrificadas, hasta menos de 500 en fábricas modernas altamente integradas. Es natural que la cantidad de vapor que se emplea para generar energía varíe en alto grado según funcionen las fábricas con motor Corliss, turbina a vapor de acción directa o turbogeneradores. El resto de la maquinaria puede también funcionar ya sea con vapor o con electricidad.

Cualquiera que sea la combinación, se verá que los ingenios se diseñan en general de manera que siempre exista un margen, que puede ser considerable, entre el vapor que circula por las turbinas y motores o máquinas a vapor y la cantidad total necesaria para calentamiento en la fabricación del azúcar. Es un hecho comúnmente admitido que de todo el vapor que produce el ingenio, la cantidad máxima que circula por las unidades generadoras de energía corresponde sólo a las tres cuartas partes; el 25 por ciento restante proviene directamente de las calderas. De lo que antecede se desprende esta importante conclusión:

El rendimiento de las turbinas y motores a vapor es relativamente de poca importancia comparado con el aprovechamiento integral del vapor de escape a los efectos del calentamiento requerido para la fabricación de azúcar.

La economía de vapor no se ve perjudicada por el bajo rendimiento de los motores pequeños y de las bombas duplex, sino por la gran pérdida que representa el no aprovechar sus vapores de escape para el calentamiento, así como la que ocasiona la falta de aislamiento de muchas tuberías de vapor. Como las pérdidas por estos conceptos pueden ser considerables, para efectuar economías sería muy importante electrificar bombas y otras máquinas movidas a vapor directo, y ampliar la capacidad turbogeneradora existente en caso necesario; además, disponer el aislamiento térmico de las tuberías.

Del mismo modo, desde el punto de vista de la economía de vapor tampoco interesa la electrificación de los trapiches a menos que se aumente la presión de la caldera en tal forma que la temperatura del vapor de escape de la turbina sea aproximadamente de 135° C a 140° C (2 - 3 kg/cm²). Con el vapor a esta temperatura es posible la evaporación bajo presión de los jugos y el aprovechamiento —ya sea para precalentar los jugos o en los tachos al vacío— del calor latente del vapor proveniente del último evaporador, que sale, en estas condiciones, a 105° C y que antes se desperdiciaba debido a su baja temperatura (50° C aproximadamente).

Sin embargo, como esto significaría una ampliación importante del ingenio, podría considerarse entre los proyectos nuevos en los casos en que representa una economía considerable. Por otra parte, no hay que olvidar que las temperaturas altas, durante cualquier período, son perjudiciales para el jugo de caña, objeción que no es valedera respecto al jugo de remolacha.

La inversión en los trapiches que funcionan eléctricamente es elevada y como las turbinas a vapor han dado buenos resultados, es discutible la conveniencia de seguir utilizando la electricidad en el futuro. Por otro lado, si se compara la turbina a vapor con el motor Corliss, la primera no sólo da mayor rendimiento (trabaja con vapor recalentado y a presiones más altas), sino que también requiere menos es-

pacio, su mantenimiento probablemente es más económico y, sobre todo, proporciona vapor de escape libre de aceite que puede aprovecharse en los calentadores de jugo, evaporadores y tachos al vacío.

De lo que antecede se desprende que si se desea ahorrar bagazo las economías más efectivas deben hacerse en lo que respecta al vapor que se emplea en el procedimiento mismo de fabricación.

2. VAPOR DE FABRICACIÓN

A continuación (cuadro 4) se señalan las cantidades aproximadas de vapor de baja presión, que se necesitan para el calentamiento, la evaporación y cocción del jugo.

Cuadro 4

VAPOR NECESARIO POR SECCIONES

	Kg de vapor por tonelada de caña
<i>Calentamiento del jugo:</i> 1.000 kg de jugo se calientan de 30° a 105° C; calor específico de 0,930 = 70.000 kilocalorías	120
<i>Evaporación:</i> 1.000 kg de jugo evaporados de 12 a 60 Brix = 800 kg de agua evaporada; en un cuádruple efecto el vapor que se necesita es igual	200
<i>Tachos al vacío:</i> 200 kg de jarabe evaporado de 60 a 96 Brix × 1,5 incluyendo la dilución	110
<i>Varios y tuberías:</i> Incluyendo las centrifugadoras, aproximadamente	100
Total	530

Estas necesidades se pueden cubrir sólo en parte con el vapor de escape; por ejemplo, aproximadamente la mitad en el caso de los ingenios que no funcionan enteramente a vapor.

Como se ha señalado antes, la evaporación bajo presión, que permite conservar el vapor del último evaporador a una determinada presión y emplearlo así en los tachos al vacío, o para calentar el jugo, podría significar una economía de 20 por ciento más o menos sobre la cantidad total de vapor. Sin embargo, debe advertirse que quizá este procedimiento no sea del todo satisfactorio en el caso de la caña de azúcar.

3. ECONOMÍAS EN LA EVAPORACIÓN

a) Extracción de vapor de los evaporadores

El vapor necesario para calentar por lo menos gran parte del jugo puede obtenerse extrayéndolo de entre los evaporadores que trabajan a presiones normales.

Por varias razones la disminución de la presión que se registra entre el primer evaporador y el último se efectúa de manera uniforme. Esta disminución va desde 1,5 - 2,0 kg/cm² de presión absoluta (equivalente por lo menos a 112° C) en el primer evaporador, hasta 0,160 kg/cm² (o sea 53° C) en el último.

Se ha podido comprobar que en estas condiciones la capacidad de evaporación de cada evaporador, por unidad de superficie de calefacción, es menor que la del anterior. Exis-

te, entonces, la posibilidad de que cada evaporador trabaje casi hasta alcanzar su capacidad máxima y si se reparte el vapor de manera que cada unidad reciba sólo lo que necesite, se puede extraer el excedente de vapor y utilizarlo para calentar el jugo. Por ejemplo, la cantidad que se extraiga del tercer evaporador ya habrá evaporado tres veces su propio peso en agua; la que se extraiga del segundo, dos veces, y así sucesivamente. Por desgracia, el vapor que en gran cantidad sale de la última unidad tiene, en general, tan baja temperatura que no se puede aprovechar a menos que la evaporación se realice bajo presión.

En el cuadro 5 se ofrece un ejemplo de la economía que representa la extracción de vapor de la manera indicada.

Cuadro 5

EXTRACCION DE VAPOR DE EVAPORADORES DE EFECTO MULTIPLE

	Vapor suministrado por tonelada de caña (kg)	Vapor generado en los evaporadores, por tonelada de caña (kg)	Vapor extraído por tonelada de caña (kg)	Temperatura del vapor extraído °C
Vapor de escape suministrado al primer evaporador a 1,5 — 2,0 kg/cm ² absolutos.	267	—	—	112
Primer evaporador.	—	267	47	103
Segundo evaporador.	—	220	49	93
Tercer evaporador.	—	171	29	80
Cuarto evaporador.	—	142	0	55
		800	125	

Para evaporar 800 kg de agua en evaporadores de efecto cuádruple, sin extracción de vapor, se necesitan 200 kg de vapor (800/40), de manera que si se precisaran 125 kg para calentar el jugo, las exigencias de vapor para estos dos fines serían de 325 kg. Si se consideran estas mismas condiciones, pero con extracción de vapor, el vapor necesario para calentar el jugo provendría de los evaporadores, cuyo consumo de vapor aumentaría, sin embargo, a 267 kg por tonelada de caña. La economía máxima sería entonces de 325 — 267 = 58 kg. En relación con el consumo total de vapor para calentamiento, esto representaría una economía de 11 por ciento (58/530).

En este caso sería necesario calentar los jugos en una serie de intercambiadores de calor, utilizando el vapor de más baja presión para los jugos fríos.

b) Número de evaporadores

Teóricamente, la cantidad de vapor consumido en el primer evaporador se obtiene dividiendo el vapor generado en los evaporadores por el número de éstos, operación que se aplica, en la práctica, con cierta precisión en el caso de los evaporadores de efecto triple o cuádruple, debido a que las pérdidas por irradiación, etc., se compensan en cierto modo con la autoevaporación del jugo que llega a cada evaporador con una temperatura mayor que la del vapor allí generado.

Sin embargo, a medida que aumenta el número de evaporadores también crecen estas pérdidas rápidamente, de tal manera que en un evaporador de efecto quintuple, la pérdida total será por lo menos de

$$(5 \times L_1) + (4 \times L_2) + (3 \times L_3) + (2 \times L_4) + (1 \times L_5)$$

en donde L_1 es la pérdida experimentada en el primer evaporador; L_2 la pérdida en el segundo, y así sucesivamente. En la práctica esta pérdida resulta mayor aún.

Esas pérdidas en la evaporación se ilustrarán con algunas cifras (cuadro 6).

Cuadro 6

PERDIDAS DE EVAPORACION EXPRESADAS EN PORCIENTO DEL VAPOR SUMINISTRADO AL PRIMER EVAPORADOR

	Con aislamiento parcial	Con aislamiento total
Doble efecto.	0,46	0,26
Triple efecto.	2,07	1,05
Cuádruple efecto.	5,00	2,70

Con esta progresión se comprueba que mientras las pérdidas son razonables (5 por ciento aproximadamente) en los evaporadores de efecto cuádruple, los de efecto quintuple sólo sirven para los trapiches de una capacidad superior a 100 toneladas de caña por hora y los de séxtuple efecto son poco comunes y sólo se adaptan a las instalaciones de gran tamaño. Si se instala un evaporador adicional en uno de triple efecto, se logra reducir a casi 200 kg el vapor necesario en el primer evaporador, que es de 270 kg por tonelada de caña, lo que en este caso representa una economía apreciable. (Conviene señalar que la instalación de un evaporador adicional no aumenta, por desgracia, la cantidad de agua que puede ser evaporada).

c) Circulación de los condensados en los evaporadores

La circulación de los condensados entre el primero y el último evaporador, de manera que al pasar de uno al otro de menor presión se evaporen rápidamente, puede redundar en una economía de 5,4 por ciento del vapor que se emplea para la evaporación o, aproximadamente, 10 kg por tonelada de caña. Esta práctica está ampliamente difundida. Como con esto se pierde un poco de calor en el agua de alimentación de la caldera, puede recomendarse el empleo de un economizador.

El procedimiento más común consiste en hacer pasar los condensados del primer evaporador, puros y a una temperatura ligeramente inferior a la de temperatura de escape, directamente al depósito del condensador o al tanque alimentador de la caldera. De esta manera los condensados de todos los evaporadores, a partir del segundo, se evaporan rápidamente como ya se ha explicado con anterioridad. En este caso la economía es sólo de un 2 por ciento.

d) Termocompresores

Se puede afirmar que, en principio, los termocompresores ofrecen un nuevo e interesante método para economizar vapor. El fundamento es semejante técnicamente al de una turbobomba, pero en lugar de emplear una bomba mecánica (o turbocompresor) para convertir el vapor de baja presión y temperatura en vapor a presión y temperatura adecuados, la compresión se efectúa mediante un inyector. Aunque de menor rendimiento, el procedimiento es más simple y económico que el turbocompresor.

En la práctica, uno o más inyectores extraen vapor del primer evaporador, lo comprimen y lo devuelven a la ca-

landria del mismo, junto con el vapor de escape de los motores. Para esto se requiere vapor a alta presión. La reducción de la presión del vapor para aumentar las disponibilidades de vapor de escape cuando estas son insuficientes puede efectuarse con el termostato. Normalmente se realiza con una válvula reductora, pero en este caso no se le aprovecha.

Se ha comprobado que un kilogramo de vapor directo, a una presión de 23 kg/cm², que pasa por el inyector, permite extraer aproximadamente 2 kg de vapor a una presión absoluta de 1,033 kg/cm², e inyectar a la calandria 3 kg de vapor a una presión absoluta de 1,375 kg/cm². Esta práctica no debe extremarse hasta el punto de desprestigiar por completo el vapor de escape existente.

El vapor que llega al primer evaporador es igual a q/kg de vapor directo de alta presión más q₁ kg de vapor de escape más φq kg de vapor comprimido y recirculante. ("φ" es el coeficiente de arrastre del inyector que, como ya se ha dicho es igual a ± 2). Esto evaporará q+q₁+φq/kg de agua en el primer evaporador, de la cual q+q₁ pasará al segundo evaporador y φq volverá a iniciar el ciclo. En el segundo, tercero, cuarto, etc., evaporadores, q+q₁ evaporará el mismo peso en agua en cada uno de ellos.

La evaporación total en un evaporador de cuádruple efecto, con un consumo de vapor de q+q₁, será entonces igual a

$$\text{Evaporación} = 4 (q + q_1) + \phi q$$

Para evaporar esta misma cantidad de agua en un evaporador de efecto cuádruple desprovisto de un termostato, el consumo de vapor será igual a la cuarta parte de la cantidad de agua evaporada, o sea, q + q₁ + (φ + 4). En consecuencia, en comparación con lo que antecede, el termostato significa una economía de φq ÷ 4 kg de vapor.

Para comprobar cómo el proceso señalado afecta al consumo total de vapor, puede suponerse que los evaporadores consumen 200 kg de vapor de baja presión por tonelada de caña, sin el termostato, y que este vapor está compuesto por 100 kg de vapor de escape y 100 de vapor directo con la presión reducida. Si se instala un termostato cuya fuerza motriz consume, por ejemplo 80 kg de vapor de alta presión, la economía será de

$$\phi q \div 4 = (2 \times 80) \div 4 = 40$$

kg de vapor por tonelada de caña.

Las desventajas de este sistema son las siguientes: requiere un grado bastante alto de control técnico y su rendimiento depende de la regularidad de la carga, lo que es imposible conseguir en los ingenios por la constante variación en la demanda de calor de la instalación de tachos al vacío. Es muy probable que estas sean las razones por las cuales dicho método no se ha desarrollado en gran escala hasta ahora.

e) Influencia del agua de imbibición

Es evidente que reduciendo la cantidad de agua de imbibición con que se rocía la caña durante la molienda, se reducirá también el vapor que se necesita para la evaporación. Sin embargo, como también se reduce la cantidad de azúcar extraída, será necesario tratar de establecer un equilibrio entre los valores relativos del bagazo que se economiza y del azúcar perdido.

Conviene señalar al respecto que el uso de una cantidad mayor de agua de imbibición no influye necesariamente sobre la humedad del bagazo; aunque en determinadas ins-

talaciones el bagazo sale con 50 y aún 55 por ciento de humedad, en un ingenio que funcione correctamente esto no debe producirse y, como se demostrará más adelante, tal humedad tiene un efecto muy perjudicial sobre el rendimiento del combustible.

El coeficiente de imbibición (designado por el signo convencional Z) es la proporción en peso de agua agregada con respecto al contenido de fibra en la caña. Si se considera, por ejemplo, que Z es igual a 1,0; 1,5 y 2,5, estos valores representarán 130, 200 y 330 kg de agua, respectivamente, por tonelada de caña, siempre que se trate de caña con 13 por ciento de fibra.

Si se toma como base de comparación Z = 1,5, el agua por evaporar disminuye en 70 kg por cada tonelada de caña, cuando Z es 1,0, y aumenta 130 kg cuando Z vale 2,5. Si en un evaporador de efecto cuádruple un kilogramo de vapor evapora 4 kg de agua, se necesitarán 17,5 kg menos cuando Z es 1,0 que cuando vale 1,5. Si aumentara a 2,5, se requerirían aproximadamente 32 kg más de vapor.

Sin embargo, el rendimiento en la extracción de azúcar se eleva en forma rápida para valores de Z comprendidos entre 0 y 2, y más lenta para valores mayores, por lo que si se supone que Z vale 1,0; 1,5 y 2,5, se puede estimar que la extracción variará más o menos de 90,0 a 92,1 y a 93,7, respectivamente.

Es evidente que si Z > 1,5 (más o menos 20 por ciento de agua sobre la caña), habrá que pensar seriamente en reducir el agua de imbibición, si se desea economizar bagazo, ya que el valor de éste para la fabricación de papel podría ser mayor que el del azúcar adicional que se obtendría si se agrega más agua.

Al estudiar las economías que pueden hacerse en la sección evaporadores, no debe olvidarse que, en la práctica, la capacidad de evaporación en muchos ingenios tiende a retrasarse con respecto a los aumentos que se logran en el rendimiento de otras secciones, hecho que tiende a obstaculizar la economía de vapor (y por lo tanto de bagazo) en este departamento.

f) Influencia de la producción de alcohol sobre el consumo de vapor en una fábrica de azúcar sin refinar

Los ingenios que producen alcohol con sus melazas finales necesitan mayor cantidad de vapor por tonelada de caña que los que no se dedican a esta industria. Si con una tonelada de caña se obtienen 40 kg de melaza, que a su vez producen 12 litros de alcohol, el vapor necesario para la destilación será aproximadamente de 60 kg o sea, 70 más por tonelada de caña.

En general, la producción de melazas excede las necesidades de la producción de alcohol en determinada zona. Cuando se produce alcohol no sólo para aprovechar las melazas, sino en gran escala (como sucede en ciertos países productores de azúcar que desean restringir las importaciones de gasolina), los jugos se envían directamente a fermentación sin mayor tratamiento que el de la clarificación en frío. En esta forma se pueden hacer economías apreciables, ya que se prescinde del vapor necesario para el precalentamiento, la evaporación y cocción del jugo que se envía a fermentar.

Mariller, en su Distillerie Agricole et Industrielle, señala que 100 kg de azúcar invertido (glucosa) producen teóricamente 61 litros de alcohol, o sea, en la práctica, 57 kg.

Los jugos contienen principalmente sacarosa que produce, por cada 100 kg, 105 kg de azúcar invertida. Si se

necesitan 5 kg de vapor por litro de alcohol, el consumo de vapor para la destilación será de:

$$5 \times 57 \times \frac{105}{100} = 300 \text{ kg de vapor por cada 100 kg de sacarosa}$$

Ya se ha demostrado que las necesidades de vapor para la producción de azúcar sin refinar son de 400 a 600 kg y aún más por tonelada de caña; dado un rendimiento de la caña en azúcar de 12 por ciento, se necesitan entre 330 y 500 kg de vapor por cada 100 kg de sacarosa (azúcar).

Si se compara esta cifra con la anterior, es evidente que se puede lograr una economía importante de vapor (y por lo tanto de bagazo) produciendo alcohol en lugar de azúcar. El problema es demasiado complejo para analizarlo a fondo en este trabajo, pues lo condicionan otros factores, como el efecto sobre la economía de vapor del funcionamiento

de los evaporadores con una capacidad inferior a la normal, etc.

g) *Aislamiento térmico*

De más está señalar la importancia de un buen aislamiento, ya que si éste es deficiente se desperdicia gran parte del calor total. Esta observación se refiere, lógicamente, a todo el ingenio, incluyendo las tuberías de retorno de los condensados en las cuales un descenso de la temperatura de 6° C representa una pérdida de vapor de 1 por ciento. Es de gran utilidad en tales casos mantener una reserva de condensados calientes en un tanque aislado, para evitar el empleo de agua fría cuando se produce un aumento repentino de la demanda de vapor. En tales circunstancias se puede recurrir a los acumuladores de vapor así como a los hogares modernos del tipo de fogón que contienen reservas relativamente importantes de bagazo en su cámara de combustión.

II. OBTENCION DE UN MAYOR GRADO DE RENDIMIENTO EN LA GENERACION DE VAPOR

I. EMPLEO DEL BAGAZO COMO COMBUSTIBLE

Aunque el contenido de humedad del bagazo experimenta fluctuaciones muy marcadas, (se ha visto que puede bajar hasta 39 por ciento y elevarse hasta 55 por ciento), se puede considerar como muestra representativa de la composición del bagazo la siguiente:

	Porciento		Porciento
Componentes secos	52	(Carbono)	45
		(Hidrógeno)	6
		(Oxígeno)	46
		(Ceniza)	3
Sustancias solubles (Brix)	3	(Sacarosa, glucosa, fructosa)	
Agua	45		
	100		

El poder calorífico superior de los componentes secos y de las sustancias solubles (por ejemplo, bagazo secado al horno) se considera, por lo general equivalente a 4.600 kcal/kg aproximadamente. Con un contenido de 45 por ciento de humedad, el poder calorífico superior desciende a 2.530 kcal/kg. Si el contenido de humedad llegara a 55 por ciento, el poder calorífico superior sería de 2.070 kcal/kg.

El bajo rendimiento medio¹ de las calderas que emplean bagazo como combustible se explica por la gran cantidad de calor que es absorbido como calor latente al evaporarse la humedad del bagazo, así como la humedad proveniente del proceso de combustión. La recuperación de este calor latente

¹ El rendimiento de las calderas se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Calor aprovechado en la generación de vapor por kilogramo de bagazo}}{\text{Poder calorífico superior por kilogramo de bagazo}}$$

No es aconsejable el empleo del poder calorífico inferior por las divergencias que pueden resultar en los valores debido a ligeras diferencias de interpretación de este poder en varios países. En los comentarios que siguen se hacen repetidas referencias al rendimiento bruto y al poder calorífico superior, pero se puede hacer una comparación similar de los rendimientos de las calderas basándose en el poder calorífico inferior. La divergencia entre ambos valores es menor cuando el contenido de humedad se reduce.

podría conseguirse enfriando de nuevo los productos de la combustión, a la temperatura original del bagazo, operación evidentemente imposible de realizar en cualquier tipo de hogar industrial. Por lo tanto, la única forma de reducir las pérdidas de calor que se experimentan "a través de la chimenea", por la causa ya anotada, sería disminuyendo el contenido de humedad del bagazo que se ha de quemar como combustible.

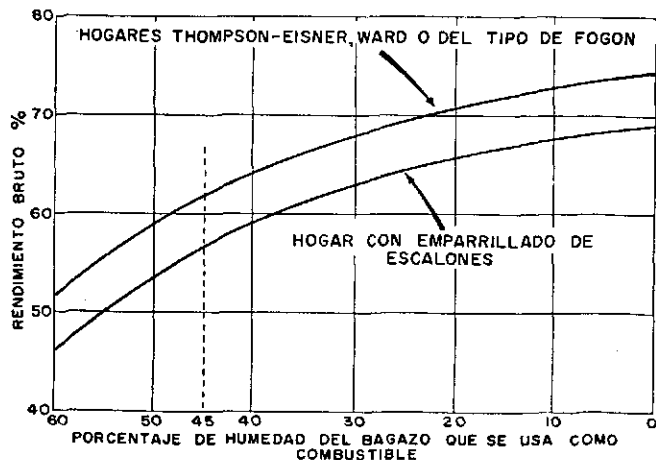
La temperatura relativamente alta de los gases de combustión que salen por la chimenea va asociada al alto contenido de humedad del bagazo que se emplea como combustible. Por consiguiente, para lograr una mayor recuperación de calor en el proceso de combustión se debe absorber mayor cantidad de calor de los gases de combustión y reducir la temperatura del gas de escape. Estos dos aspectos del rendimiento de la caldera se estudian por separado.

a) *Influencia de la humedad del bagazo sobre el rendimiento de la caldera*

En el gráfico 1 se puede apreciar la influencia que ejerce sobre el rendimiento de la caldera la reducción del contenido

Gráfico 1

CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS CALDERAS SUPONIENDO QUE LA TEMPERATURA DE LOS GASES DE ESCAPE ES DE 300° C



de humedad del bagazo que se emplea como combustible, ya sea en hogares de fogón o de parrilla escalonada, manteniendo constante la temperatura de los gases de salida. La distancia entre las curvas de rendimiento de estos dos tipos de hogar se debe principalmente al mejor rendimiento de combustión del hogar de fogón combinado con la menor pérdida por combustible no quemado y un control más eficiente del aire, lo que permite obtener mayores proporciones de CO_2 y, en consecuencia, reducir las pérdidas por la chimenea. La disminución del contenido de humedad del bagazo redundará en un aumento apreciable del rendimiento de ambas clases de hogares.

Si en vez de emplear bagazo húmedo como combustible se usa bagazo relativamente seco, se logra una economía apreciable en la producción de la misma cantidad de vapor. Esta aseveración se ilustra de la siguiente manera:

Suponiendo que en la práctica una fábrica de azúcar emplea como combustible bagazo con 45 por ciento de humedad en hogares de fogón, y que la temperatura de los gases de salida es de 320°C , el rendimiento será alrededor del 61,6 por ciento, y la cantidad de combustible quemado para generar el vapor necesario, de "X" toneladas por hora. Si por algún medio externo se logra reducir a 12 por ciento el contenido de humedad del combustible, se obtendrá un rendimiento de 72,3 por ciento, en cuyo caso sólo se necesitarán $0,533X$ toneladas de bagazo con 12 por ciento de humedad, lo que equivale a $0,852X$ toneladas del bagazo original, con 45 por ciento de humedad. En otras palabras, la economía de bagazo en estado original es en este caso de 14,8 por ciento, porcentaje que no varía haciendo la comparación sobre la base de bagazo seco o húmedo.

Es esencial determinar las economías de bagazo sobre la base de una producción de vapor dada y no por comparación directa de los aumentos de rendimiento.

Se puede hacer una comparación semejante considerando los mismos grados de humedad para hogares de parrilla

escalonada. En este caso los rendimientos son de 56 por ciento y 67,2 por ciento para el bagazo de 45 y 12 por ciento de humedad, respectivamente; resulta una economía de bagazo de 15,8 por ciento.

b) *Influencia de la temperatura de los gases de combustión sobre el rendimiento de la caldera*

El fracaso en la consecución de economías apreciables de bagazo se debe, en general, a la falta de economizadores o precalentadores de aire en las calderas, y a la temperatura relativamente alta de los gases de combustión, que por lo común se acerca a los 320°C (temperatura base del gráfico 1).

En el gráfico 2 se puede ver la relación entre el rendimiento de la caldera y la temperatura final de los gases de combustión, cuando se quema bagazo con diferentes contenidos de humedad en una caldera típica provista de un hogar de fogón; en este caso se han considerado las pérdidas de gas que se producen trabajando en condiciones normales, por ejemplo, con 45 por ciento de exceso de aire, o sea 14 por ciento de CO_2 en la cámara de combustión.

Suponiendo que una fábrica emplea como combustible bagazo con 45 por ciento de humedad y que la temperatura de los gases de combustión es de 320°C , el rendimiento —como ya se ha dejado establecido— será de 61,6 por ciento, y la cantidad de bagazo que se necesitará quemar para generar el vapor necesario, de "X" toneladas. Si por cualquier medio externo se consigue reducir la temperatura de los gases de combustión a 205°C (que corresponde aproximadamente a la temperatura mínima aconsejable para los gases con dicha humedad), el rendimiento aumentará a 68 por ciento, en cuyo caso deberá quemarse $0,906X$ toneladas de bagazo para producir igual cantidad de vapor. La economía de bagazo es en tal caso de 9,4 por ciento.

c) *Influencia que ejercen conjuntamente sobre el rendimiento de la caldera las reducciones en la humedad del bagazo y la temperatura de los gases de salida*

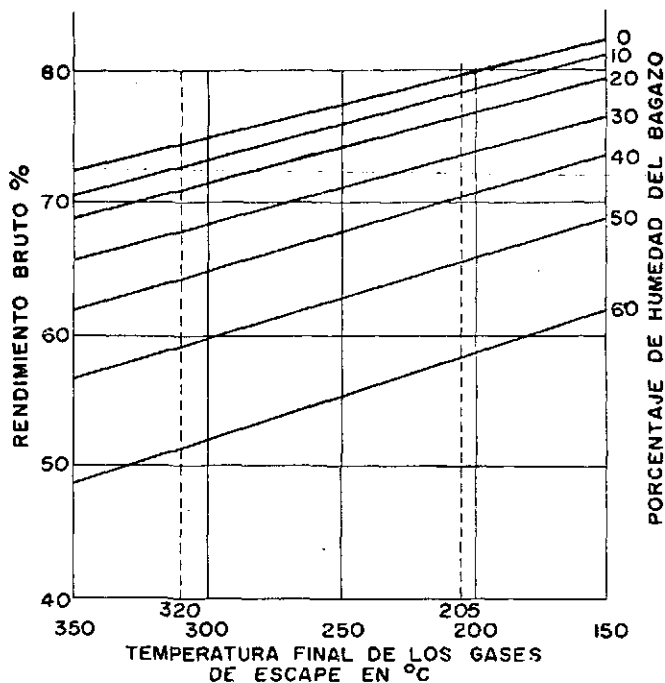
Si se supone que la misma fábrica utiliza bagazo con 12 por ciento de humedad y que la temperatura final de los gases de salida es también de 320°C , el rendimiento de la caldera será de 72,3 por ciento y, de las $0,625X$ toneladas de bagazo con 12 por ciento de humedad disponibles, sólo será necesario quemar $0,533X$ toneladas para producir igual cantidad de vapor, es decir X toneladas con 45 por ciento de humedad. Suponiendo que se aumente la superficie recuperadora de calor para reducir la temperatura de los gases a 150°C (temperatura que, naturalmente, es satisfactoria para el menor porcentaje de humedad de los gases de salida), el rendimiento, en este caso, aumentará a 81,2 por ciento y sólo se necesitarán $0,475X$ toneladas de bagazo con 12 por ciento de humedad ($0,760X$ toneladas de bagazo con 45 por ciento de humedad) para producir la misma cantidad de vapor.

De este ejemplo específico se desprende que reduciendo conjuntamente la humedad del bagazo utilizado como combustible y la temperatura de los gases de combustión, se economiza un 24 por ciento de bagazo. A riesgo de incurrir en repeticiones, es necesario insistir en que este exceso de bagazo se obtiene independientemente de la base de comparación escogida, es decir, bagazo seco, bagazo con 12 por ciento, 45 por ciento, etc., de humedad.

Es evidente que si el porcentaje inicial de humedad del bagazo es superior al 45 por ciento señalado en el ejemplo, el

Gráfico 2

RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO Y LA TEMPERATURA FINAL DE LOS GASES DE ESCAPE



por ciento de bagazo economizado será más alto. Con los dos gráficos presentados se puede determinar de inmediato la economía que puede lograrse en cada caso de que se trate.

Por consiguiente, si la teoría se pudiera aplicar fielmente en la práctica, de lo que antecede se deduciría que es posible economizar cerca de la cuarta parte del bagazo empleado como combustible, para destinarlo a la fabricación de papel 1) mediante la instalación de un economizador y un precalentador de aire, o uno de éstos y 2) desecado al aire el bagazo con 45 por ciento de humedad (para reducirla a 12 por ciento aproximadamente), lo que se consigue enfardándolo y almacenándolo bacinado en tongas para que se seque en forma natural durante un período de varios meses.

Sin embargo, en la práctica hay que tener en cuenta ciertas consideraciones de importancia a las cuales se hace referencia más adelante.

d) Economizadores y precalentamiento de aire

Es posible reducir la temperatura de los gases de salida mediante un economizador o un precalentador de aire, o utilizando ambos a la vez, según la economía que se logre con estas dos secciones del equipo de recuperación de calor. Por ejemplo, si se considera el caso de los economizadores, para evitar que se genere vapor dentro de ellos es preferible asegurarse de que la temperatura de salida del economizador es inferior en unos 40° C a la temperatura de saturación del agua de la caldera. Como en un ingenio la temperatura del agua de alimentación suele ser de 90° C y puede ser mantenida fácilmente a 105° C (tanque a presión para retorno de los condensados), es más bien restringida la recuperación de calor que se logra con un economizador, especialmente en una instalación de baja presión. Por consiguiente, es más ventajoso emplear los economizadores con calderas a presión alta o extra alta.

Hay un límite hasta el cual es aconsejable precalentar el aire, según el tipo de hogar que se use. Hasta hace poco era de 200° C, aunque en las instalaciones modernas se considera muy conveniente la temperatura de 250° C.

En consecuencia, en los ingenios de azúcar equipados con calderas a baja presión, se recomienda el precalentamiento del aire como primera medida económica.

Para aprovechar al máximo todas las ventajas que ofrece el precalentamiento del aire, conviene emplear hogares del tipo fogón ya que los ventiladores para tiro forzado que éstos necesitan son necesarios también para los precalentadores. La combinación de ventiladores con hogares de parrilla escalonada suele dificultar el funcionamiento de la instalación. El aire precalentado contribuye no sólo a secar el bagazo sino que mejora las condiciones generales de la combustión.

De este modo, aunque con temperaturas más altas los costos de mantenimiento de los hogares son superiores, no debe despreciarse la economía de bagazo de 10 por ciento, en cifras redondas, que se puede obtener usando un calentador de aire conjuntamente con un hogar del tipo fogón.

Cuando se trabaja con hogares de parrilla escalonada, la economía de bagazo puede llegar hasta un 15 por ciento si se agrega un calentador de aire y se transforma el hogar en uno de tipo fogón, innovación que puede hacerse en forma sencilla y económica.

2. EL BAGAZO Y OTROS COMBUSTIBLES

Es conveniente comparar el poder calorífico medio del bagazo con el de otros combustibles, teniendo presente los rendimientos medios que se obtienen de su combustión.

Cuadro 7

FORMACION DE EXCEDENTES DE BAGAZO MEDIANTE EL EMPLEO DE OTROS COMBUSTIBLES

	Poder calorífico superior kcal/kg (PC)	Rendimiento normal aproximado de la caldera % (φ)	Aprovechamiento térmico del combustible kcal/kg (PC × φ) 100
Carbones pobres (Bihar, India)	5.600	75	4.200
Carbones comunes	6.700	78	5.200
Petróleo	10.000	80	8.000
Bagazo húmedo (45 por ciento agua)	2.530	55 (parrilla escalonada)	1.390
		60 (tipo fogón)	1.520
Bagazo secado al aire (12 por ciento agua)	4.050	80 (tipo fogón con calentador de aire y/o economizador)	3.240

Con las cifras de la última columna del cuadro 7 se puede calcular en forma aproximada el excedente de bagazo que es posible obtener mediante el empleo de otros combustibles. En la práctica se comprueba que la cantidad necesaria de combustibles sucedáneos del bagazo es menor que la indicada por el poder calorífico y el rendimiento de la caldera; ello se debe a que la mayoría de los otros combustibles son más fáciles de usar que el bagazo. Por ejemplo, en el caso del petróleo, es relativamente sencillo determinar la cantidad de combustible que se necesita para cubrir cierta demanda de vapor y como esta última puede estar sujeta a fluctuaciones imprevistas, el control estricto de este combustible facilita su ahorro. Sin embargo, es interesante señalar que en los ingenios modernos que emplean bagazo combustible y que funcionan con hogares tipo Thompson-Eisner, de alimentación automática, y con reguladores automáticos de la presión de las calderas, es posible regular la cantidad de bagazo quemado, teniendo en cuenta las necesidades de vapor.

Del cuadro 7 se deduce que una tonelada de petróleo quemado con 80 por ciento de rendimiento reemplaza a 5,7 toneladas de bagazo (8.000/1.390), con 45 por ciento de humedad, quemado con 55 por ciento de rendimiento. Debe tenerse en cuenta, además, la mayor facilidad de manejo del petróleo.

Si se supone que una tonelada de petróleo vale 25 dólares y que 5,7 toneladas de bagazo con 45 por ciento de humedad equivalen a 3,14 toneladas de fibra secada al horno, el costo del excedente que se obtiene por este reemplazo es de 8 dólares por tonelada de fibra secada al horno (25/3,14). A esto hay que agregar el costo de enfardar, entongar, y desentongar el bagazo para que se seque al aire hasta quedar con un 12 por ciento de humedad. Para los efectos del cálculo, este costo puede estimarse, como término medio, en 6 dólares por tonelada de fibra secada al horno,¹ cifra que agregada a la anterior da un costo total de 14 dólares por tonelada de fibra

¹ Esta es una cifra intermedia entre 4,55 dólares por tonelada de fibra secada al horno, que es el costo en Filipinas y su equivalente en Luisiana, Estados Unidos, de 7,15 dólares por tonelada métrica. Esta última cifra fue calculada por el Prof. Keller. (Véase *Paper Trade Journal*, 2.5.1952.)

secada al horno, valor total que tienen que pagar las fábricas de papel por el bagazo para que los ingenios de azúcar no pierdan dinero con la sustitución.

Según el cuadro 7, si se quema bagazo secado al aire en un hogar tipo fogón 2,47 toneladas secadas al aire (8.000/3.240) o 2,17 toneladas de fibra secada al horno, rendirán igual que una tonelada de petróleo quemado con 80 por ciento de rendimiento. En comparación con el aprovechamiento término del bagazo húmedo con 55 por ciento de rendimiento quemado en una parrilla escalonada, la economía de fibra secada al horno llega a 0,97 toneladas (3,14—2,17), o sea, aproximadamente 31 por ciento.

Si como en el caso anterior se considera el costo de enfardar, entongar el bagazo, etc., y se evalúa en 6 dólares por tonelada de bagazo secado al aire, el costo de 2,17 toneladas de bagazo secadas al horno que se entregan al ingenio en forma de bagazo secado al aire para que sea quemado en sus hogares, es de 13 dólares —o más bien de 14, si se incluye el costo de apertura de los fardos para alimentar el hogar. El rendimiento de esta cantidad de bagazo es igual al de una tonelada de petróleo cuyo valor es de 25 dólares, pero mientras que la sustitución directa del bagazo por petróleo crea un excedente de 3,14 toneladas (s.h.), como ya se ha mencionado, quemando bagazo secado al aire se obtiene sólo un excedente de 0,97 toneladas de bagazo seco. Por consiguiente, el costo de obtención de una tonelada (s.h.) de bagazo, quemando en su reemplazo bagazo enfardado secado al aire, es de 14,5 dólares por tonelada (14/0,97) en comparación con 8 dólares que es el valor resultante cuando se hace la sustitución por petróleo. Agregando como antes, 6 dólares, por tonelada por concepto de enfardado, el costo total que el bagazo enfardado representa para la fábrica de papel es de 20,5 dólares por tonelada secada al horno, o sea, superior en un 50 por ciento al del bagazo enfardado que se obtiene haciendo directamente la sustitución por petróleo.

Si se compara el fácil manejo del petróleo con la inmensa

tarea que representa enfardar tres veces más bagazo que el destinado a la fabricación de papel, es evidente que el empleo del bagazo enfardado seco como combustible, —aunque interesante en principio debido a su mayor rendimiento— no puede considerarse práctico.

Por consiguiente, de lo que antecede se deduce que para alcanzar el máximo de rendimiento (y poder así economizar bagazo) es necesario que el ingenio de azúcar entregue el bagazo lo más seco posible y, además, que se instale un hogar moderno tipo fogón con un precalentador de aire o un economizador o ambas cosas.¹

El empleo de combustibles sucedáneos del bagazo en los ingenios también puede relacionarse con el abastecimiento de combustible para generar vapor y energía en las fábricas de celulosa proyectadas. En general, estas fábricas se construyen cerca de las fuentes de bagazo, por lo cual todo lo concerniente a la disponibilidad de combustibles sucedáneos del bagazo adquiere un aspecto diferente para los ingenios de azúcar.

Debe señalarse que el valor del bagazo como materia prima para el fabricante de papel puede resultar mayor que el de otros combustibles que haya que entregar en su reemplazo, aspecto éste que merece ser analizado cuidadosamente cuando se examinen las posibilidades de instalar una fábrica de papel y celulosa a base de esa materia prima.

¹ Apenas existe diferencia en el costo de instalación de un hogar Thompson-Eisner del tipo fogón (*Thompson-Eisner hearth-type grate*) y el de parrilla escalonada. El segundo es un poco más caro si está provisto de tiro forzado. El costo de la transformación es igual al de la instalación de una parrilla escalonada adicional. Si se dispone de ventiladores para tiro forzado, y si la parte delantera de la caldera tiene la forma apropiada, el costo total no será muy superior al de una reparación general con renovación del enladrillado. Las transformaciones realizadas en numerosos ingenios de la Guayana Británica, por ejemplo, han permitido casi duplicar la capacidad de evaporación de las calderas.

AHORRO DE BAGAZO POR EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE COMBUSTION¹

G. Ranwez

Este estudio tiene por objeto mostrar que, mediante una mejora en el rendimiento de las instalaciones generadoras de vapor de los ingenios, se logra un menor consumo de combustible, con lo cual no sólo se reduce la necesidad de emplear leña o petróleo como combustible adicional, sino que se obtienen excedentes de bagazo para la industria papelera.

En el cuadro 1 se compara el funcionamiento de los cuatro tipos de instalaciones siguientes:

I. Una instalación típica en un ingenio con calderas provistas del hogar que todavía se emplea con más frecuencia para la combustión de bagazo, o sea el de parrilla escalonada u horizontal.

II. La misma caldera y el mismo hogar, pero con equipos de recuperación de calor, como un calentador de aire o un economizador, o ambos a la vez, según las condiciones locales.

III. La misma caldera con los equipos de recuperación indicados en el punto II, pero dotada de un equipo moderno de combustión de bagazo, que conste de parrillas volcables, alimentadores y equipos de reinyección y turbulencia.

IV. La caldera indicada en el punto III completada con paredes de agua en el hogar.

Cada una de estas unidades será descrita más adelante.

Cuadro 1

FUNCIONAMIENTO, RENDIMIENTO Y PRODUCCION DE UNA CALDERA DE 500 m² - 12 kg./cm² - 270° C - 15 toneladas/hora

Equipo actual	Con equipos de recuperación		Con alimentadores y equipos de recuperación	
	Caso I	Caso II	Caso III	Caso IV
Temperatura gases salida (°C)	350	200	200	200
CO ₂ en gases (%)	8,5	8,5	15	15
Rendimiento (%)	57	73,5	82	82
Evaporación diaria (t)	324	324	360	400
Bagazo (tons/día)	150	142	136	151
Leña (tons/día)	22	—	—	—
t/vapor/t combustible horas-hombre	1,88	2,27	2,64	2,64
Personal: t. vapor	0,26	0,18	0,034	0,031

CASO I

Se considera como instalación típica la de una caldera acuotubular, con una superficie de calentamiento de 500 metros cuadrados aproximadamente y una producción de vapor de 15 toneladas por hora, a 12 kilogramos por centímetro cuadrado y 270° C.

El equipo de combustión normal es el hogar con parrillas

¹ Versión condensada del documento original, ST/ECLA/CONF.3/L.5.4.

escalonadas u horizontales para cuya limpieza periódica es necesario disponer de un antehogar cuyo frente se proyecta más allá del frente de la caldera y que en esencia consiste en una o más secciones del hogar propiamente dicho. En cada una de estas secciones se tiene una parrilla que trabaja con tiro natural; la distribución del aire de combustible queda así sujeta a la forma en que está distribuido el combustible, que en la mayoría de los casos es arbitraria.

La extracción de cenizas y la limpieza de las secciones se hace en forma alternada y periódica —aproximadamente cada 8 horas— interrumpiendo el funcionamiento de la sección correspondiente. Durante la limpieza baja la presión de la caldera por lo cual ésta queda prácticamente fuera de servicio durante un período de 30 a 45 minutos.

La evaporación específica (kilogramos de vapor producido por kilogramo de combustible quemado) es de 1,88. Se requiere un 15 por ciento de leña como combustible adicional.

El personal necesario comprende un fogonero por caldera y una cuadrilla de seis operarios que se encargan de la limpieza de cuatro calderas. Agregando la mano de obra necesaria para todo lo relacionado con la leña, se obtiene una cifra total de 0,26 horas-hombre por tonelada de vapor producido.

CASO II

En comparación con el caso anterior, en esta caldera la evaporación específica de 2,27 kilogramos de vapor por kilogramo de combustible, significa ya una notable disminución en la cantidad de combustible necesario. La instalación de equipos de recuperación permite prescindir de la utilización de leña adicional, así como de la mano de obra encargada de su manipulación. Queda además un pequeño excedente de bagazo que se puede utilizar en otra industria como materia prima.

El ahorro de leña permitirá la amortización del equipo de recuperación en un plazo de 120 días de trabajo aproximadamente.

CASO III

En este caso se trata de una caldera provista, además del equipo de recuperación, de un equipo moderno de combustión de bagazo, de alimentación esparcida, constituido fundamentalmente por un alimentador de velocidad variable, un distribuidor rotatorio de tipo mecánico y parrillas volcables a través de las cuales pasa forzado el aire de combustión. Se incluyen también equipos para reinyectar en el hogar las cenizas depositadas en los pasos de la caldera y para producir turbulencia en el hogar por medio de aire, con lo que se logra una combustión más completa del bagazo.

Las características sobresalientes de este sistema son la continuidad y uniformidad de la alimentación y de la combustión.

En un hogar común, el bagazo se quema en pilas distribuidas irregularmente y la limpieza de los ceniceros es una tarea larga y costosa durante la cual se admite una gran cantidad de aire frío y se expone a los operarios a temperaturas elevadas.

Con los equipos de nuevo diseño, una parte del combustible se quema en suspensión, y otra en una capa delgada y uniforme sobre una parrilla enfriada por el aire secundario. La limpieza de la parrilla se hace desde el exterior con un movimiento simple de palanca; dura pocos segundos y no enfría el hogar.

Otras características de estos tipos son su bajo costo de mantenimiento y su adaptabilidad a la regulación completamente automática de la combustión, lo cual no es posible obtener en forma eficiente con los sistemas antiguos.

En el caso III la producción diaria aumenta a 360 toneladas, con un consumo de combustible menor aún que en el segundo caso. Para iguales evaporaciones diarias se obtiene, con la aplicación de estos equipos modernos, una economía que, en comparación con el primer caso, es de 30 toneladas de bagazo por día, además de la economía de leña.

En lo referente al personal, éste se reduce a 0,034 horas-hombre por tonelada de vapor, con la correspondiente disminución del costo de vapor.

Esta economía es el resultado de una marcha más racional y uniforme de la unidad. La supresión de los períodos de limpieza y el ahorro de leña, permiten el pago de la instalación en menos de 150 días de trabajo.

No se ha incluido en este cálculo la reducción de gastos por concepto de personal ni se ha indicado cifra alguna sobre el valor posible de las ventas de bagazo.

CASO IV

La adición de paredes de agua aumenta la superficie de calefacción. El rendimiento puede considerarse el mismo que en el caso III, pero la evaporación de la unidad aumentará a unas 400 toneladas por día, lo que permite reducir el número de unidades en servicio y economizar personal.

La protección que los tubos de agua dan al revestimiento refractario del hogar prolonga su duración y reduce notablemente los gastos de conservación.

CONCLUSIÓN

De lo que antecede se deduce que pueden mejorarse considerablemente las instalaciones existentes a un costo relativamente bajo. Las mejoras son amortizables en un tiempo muy corto.

La racionalización de la combustión en los ingenios permitiría economizar cantidades enormes de leña o petróleo y liberaría cantidades apreciables de bagazo para uso de la industria papelera.

Las economías resultan de modificaciones a los sistemas actuales de combustión, que se hacen en forma fácil y barata, sin ir más allá de los recursos propios de la industria. En este trabajo no se ha tratado la transformación de calderas para que quemen otros combustibles, lo que requeriría inversiones más cuantiosas y quizá la importación de equipos caros.

PRESERVACION, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO¹

A. Watson Chapman

La Celotex Corporation inició la recolección de la fibra de bagazo en la zona azucarera de Luisiana en la temporada de 1920-21. En el curso de las treinta y tres zafra que median entre la fecha inicial y 1953, la corporación amplió sus actividades implantando sistemas de trabajo y técnicas que permitieran manejar el gran volumen de material que es preciso enfardar y almacenar durante los setenta y cinco días por año que dura aproximadamente la actividad de un ingenio azucarero. Esta exposición se propone describir los sistemas corrientes de operación y señalar algunas de las dificultades halladas en su desarrollo, con la esperanza de que ello sea útil a quienes tengan interés en el empleo de esta fibra como materia prima.

Tal vez sea conveniente señalar que la Celotex Corporation analizó una gran variedad de tipos de fibras y residuos vegetales antes de decidirse a emplear el bagazo de caña como materia prima para la fabricación de planchas aisladoras rígidas de fibra. Como es de rigor, al tomar tal decisión se consideraron las ventajas y desventajas del empleo de esta materia prima.

Entre tales ventajas pueden citarse las siguientes:

- a) la fibra es larga, dura y fuerte;
- b) no se descompone fácilmente;
- c) es de una gran pureza;
- d) se cosecha anualmente;
- e) se acarrea desde el campo hasta determinados lugares de los ingenios azucareros, donde queda disponible en grandes cantidades para su transporte por tierra o por mar, y
- f) constituye un subproducto de gran volumen en la industria del azúcar de caña, del cual es necesario deshacerse o consumirlo.²

Entre las desventajas que presenta el bagazo pueden citarse:

- a) el alto grado de humedad que contiene la fibra al salir de los ingenios o centrales azucareros;
- b) la necesidad de manejar cantidades enormes de material en un período de trabajo relativamente corto;
- c) el problema de almacenar dicho material y conservarlo en condiciones uniformes;
- d) la necesidad de emplear cada año gran cantidad de mano de obra durante poco tiempo para enfardarlo y almacenarlo;
- e) el problema que representa proporcionar, en su reemplazo, un combustible económico y eficaz;
- f) la necesidad de sacar y manipular la fibra inmediatamente después que sale de la fábrica de azúcar, y
- g) el hecho de que la mayoría de los ingenios azucareros están situados en zonas rurales, por lo cual los costos de transporte hasta los establecimientos industriales pueden resultar relativamente altos, debido sobre todo al gran volumen de material que ha de trasladarse.

Todas estas desventajas influyeron en el desarrollo de los métodos de trabajo de la compañía.

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.5

² Su valor principal para la industria azucarera es el de ser un combustible barato, aunque de bajo rendimiento.

I. ADQUISICIÓN DEL BAGAZO

La adquisición del bagazo de caña se efectúa, por lo general, a base de un contrato con determinado ingenio, en el cual se estipula la compra de petróleo, gas u otros combustibles sucedáneos en cantidades que reemplacen el valor del bagazo como combustible. El precio que se paga por el poder calorífico del bagazo se basa en el costo efectivo medio que representa para el central el petróleo comprado, entregado y consumido durante la época de zafra, para generar vapor en sus calderas. Si se emplea un combustible distinto del petróleo, el precio se determina de acuerdo con el poder calorífico de dicho combustible y el precio corriente del petróleo.

Generalmente se agrega en los contratos una cláusula en virtud de la cual la Celotex Corporation deberá hacerse cargo de todos los gastos en que se incurra en caso de que el ingenio se vea obligado a paralizar sus operaciones por algún desperfecto en la instalación enfardadora. La razón de esta cláusula es obvia si se considera que, durante la breve etapa de la zafra, cada hora que transcurre es valiosa y que, desde que se inicia hasta que finaliza, se trabaja sin interrupción, salvo en cortos períodos destinados a la limpieza.

Como el volumen de bagazo que la Celotex Corporation requiere para cubrir sus necesidades y la cantidad de caña producida pueden sufrir variaciones de un año a otro, el contrato contiene una cláusula opcional en la que se estipula que la Celotex se compromete a notificar al ingenio, con bastante anticipación, sobre sus intenciones de modificar la cantidad de bagazo que va a adquirir de ese ingenio durante la próxima zafra. En algunos centrales la compañía tiene la opción de adquirir todo el bagazo resultante de una determinada época de molienda o no comprar nada. En otras, si el ingenio azucarero dispone de equipo para quemar parte de su bagazo, el porcentaje del mismo que la Celotex Corporation puede adquirir varía de una estación a otra, según se estipule.

Por lo general se toman las medidas necesarias para que la Celotex obtenga del ingenio contiguo el vapor y la energía eléctrica indispensables para el enfardado, lo cual se puede estipular en el contrato de compra o constituir un convenio separado. Del mismo modo, puede haber un contrato especial sobre arrendamiento del terreno para la instalación enfardadora y para el almacenamiento.

Para determinar el peso de la fibra seca que se entrega a la Celotex es necesario que, tanto esta compañía como el ingenio azucarero, realicen ciertas pruebas de control e intercambien los resultados obtenidos. Estas pruebas comprenden la determinación del peso total del bagazo enviado a la enfardadora, el contenido de humedad al salir de la fábrica y al llegar a la enfardadora y el porcentaje de materias solubles que queda en el bagazo. En los últimos años, un nuevo factor, denominado "follaje de la caña", se ha agregado a este cuadro. Cuando la Celotex Corporation inició la recolección del bagazo, la operación de cortar la caña se hacía exclusivamente a mano. A medida que se cortaban

las cañas, se las despojaba con un machete de las hojas y las puntas. Con la introducción de las cortadoras mecánicas, se agravó cada vez más el problema de deshacerse de las hojas, muy especialmente en los comienzos de la zafra, cuando el follaje está todavía verde. La presencia del follaje disminuye la capacidad de molienda del ingenio y aumenta el volumen del material que debe manejarse en la instalación enfardadora. En consecuencia, se elevan los costos de almacenamiento y transporte, sin que ello signifique la obtención de una mayor cantidad de fibra de buena calidad. En la actualidad, la determinación de la cantidad de hojas que contiene la caña que se entrega en el ingenio se efectúa por un procedimiento uniforme y se hacen las deducciones correspondientes cuando excede del máximo convenido dicha cantidad.

2. MANIPULACIÓN DEL BAGAZO

Para manipular el bagazo es necesario instalar una enfardadora contigua a la central azucarera. Cuando se realizó la primera recolección de material, en 1920, se instaló un sistema de descarga por presión mediante el cual el bagazo era conducido neumáticamente por una tubería hasta un lugar especial donde se amontonaba en forma suelta para su posterior enfardadura, una vez terminada la molienda. Muy pronto se comprobaron los inconvenientes de este sistema; se produjeron numerosas fallas en el sistema de descarga y además, sin lugar a dudas, resultaba ineficaz amontonar primero el bagazo para tener que recogerlo nuevamente y pasarlo por las máquinas enfardadoras. Por otra parte, no existían en el mercado enfardadoras especiales que trabajaran en forma satisfactoria. Todas ellas dejaban la fibra muy apretada por un lado y muy suelta por el otro. Fue necesario inventar un tipo de enfardadora extrapesada, que ha funcionado desde entonces en forma satisfactoria, con ligeras modificaciones y mejoras.

Una instalación enfardadora moderna ocupa 18×18 metros de superficie, con una altura de 9 metros aproximadamente, espacio que puede variar según la disposición del equipo y la altura que tenga la descarga del bagazo. En el interior corre una vía de ferrocarril a lo largo de una de las paredes. Las máquinas enfardadoras están instaladas a cierta altura del suelo, de manera que puedan descargar sobre una plataforma que a su vez es más alta que los carros de ferrocarril en los cuales se colocan los fardos para ser transportados al lugar de almacenamiento. El bagazo se conduce por medio de transportadores de correa o de barras transversales, o por una combinación de ambos, desde el extremo de descarga del ingenio hasta la instalación enfardadora, a donde penetra, cerca del techo, para vaciarse en un transportador transversal que lo lleva por las puertas de descarga hasta las tolvas de las máquinas enfardadoras. Estas puertas de descarga son ajustables de manera que el bagazo pueda repartirse entre dos o más enfardadoras, según lo requieran las circunstancias. En el extremo del transportador transversal hay una correa destinada a recoger todo el bagazo que no ha pasado por los saetines de descarga y a colocarlo de nuevo en la parte superior del transportador transversal.

Originariamente se llevaba el bagazo desde el transportador superior hasta la tolva de la enfardadora por medio de canaletas inclinadas, abiertas en su extremo superior. A cada lado había un hombre con un rastrillo para empujar el material hacia abajo y mantener la tolva constantemente llena. Las canaletas han sido reemplazadas por vertedores verticales, completamente cubiertos, que en su interior tie-

nen compuertas contrapesadas para retener el bagazo momentáneamente y dejarlo caer después en la enfardadora en forma de carga completa.

El número de enfardadoras de una instalación depende de la cantidad de material que es necesario manipular, así como de la velocidad correspondiente al tipo de enfardadora empleado. Por lo general se instalan tres o cuatro de estas máquinas, y se deja una de ellas de reserva para utilizarla en caso de descompostura o para hacer frente a una sobrecarga repentina de bagazo procedente del ingenio o de fardos deshechos. Las primeras enfardadoras que se usaron eran del tipo llamado de bloque, en el que se regula el tamaño de los fardos introduciendo tablas en la tolva de carga. Estas tablas tienen unos canales por los cuales se introduce a mano el alambre, cuyos extremos sueltos se atan por un lado de la prensa de descarga de la máquina. Al salir los fardos de la prensa y expandirse, se aprietan los alambres a su alrededor. Este tipo de prensa ha sido reemplazado por la enfardadora semiautomática, en la cual unas agujas mecánicas hacen pasar los alambres a través de la masa fibrosa y los cortan del largo apropiado, de modo que sus extremos puedan unirse a mano. Estas enfardadoras producen un fardo cada 45 segundos. Recientemente se ha diseñado una enfardadora de construcción más pesada. Aunque todavía no se ha ensayado a plena capacidad, se anuncia que podrá producir fardos del mismo tamaño a una velocidad aproximadamente dos veces superior, con lo que se conseguirá reducir el número de máquinas necesarias en una instalación.

Cada fardo mide aproximadamente $46 \times 56 \times 81$ centímetros y está sujeto a lo largo por dos alambres. Pesa aproximadamente 115 kilogramos y como, en general, contiene de 40 a 50 por ciento de humedad, su contenido de fibra seca es ligeramente superior a 55 kilogramos. Si los fardos se hicieran mucho más grandes sería difícil que un solo hombre pudiera transportarlos. Por el contrario, si se hicieran mucho más pequeños, aumentaría el consumo de alambre por tonelada de fibra aprovechable así como la cantidad de bagazo que queda suelto al separar los fardos cuando salen de la enfardadora. Este material suelto se deja caer dentro de un conducto que lo vuelve a colocar en el transportador que acarrea el bagazo que está entrando. Los fardos se acomodan en pequeños carros-plataforma, haciéndolos rodar o levantándolos con pequeñas grúas. A los que se deshacen en el manejo, se les quita el alambre y el bagazo se coloca en un transportador que lo conduce nuevamente al transportador de descarga situado en lo alto de la estación enfardadora.

Para controlar el peso del bagazo enfardado se pesan todos los carros-plataforma cargados, a medida que salen de la instalación enfardadora con destino al lugar de almacenamiento. A su regreso se vuelven a pesar los carros vacíos junto con el material suelto que pueda haberse desprendido, con objeto de obtener, por diferencia, el peso del bagazo almacenado. Ultimamente se ha introducido un equipo automático para registrar el peso del bagazo directamente en los transportadores que funcionan entre el ingenio azucarero y la instalación enfardadora. En cualquier caso debe medirse la humedad para reducir el peso del material a la base de bagazo seco.

El personal normal que se necesita en la instalación enfardadora por turno podría constar de un mecánico a cargo de la operación de las máquinas; un hombre encargado de cuidar la cantidad de bagazo recibido; un hombre para recoger y manipular el bagazo suelto; una persona en cada enfardadora para atar los alambres, y otra para acarrear los fardos hasta los carros de ferrocarril.

3. ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO

El tamaño del sitio de almacenamiento depende de la cantidad de material que debe guardarse. En un ingenio que muele dos mil toneladas de caña al día será suficiente tener treinta y seis tongas para manejar la producción normal de una zafra. Cuando el terreno de que se dispone lo permite así, se acostumbra dar al sitio forma rectangular y disponer las tongas en hileras longitudinales, con su lado mayor paralelo a la dimensión mayor del sitio. La tonga normal mide 38 metros de largo por 21 de ancho y 9,5 de alto, y contiene aproximadamente 600 toneladas de fibra seca, o sea alrededor de 12 mil fardos.

Las tongas deben mantenerse separadas para resguardarlas del fuego y para dar paso al ferrocarril. La disposición normal de las tongas en un almacén rectangular y con capacidad para 36 de ellas puede ser de cuatro hileras paralelas, que permiten dejar un espacio de 9,5 metros entre la pared del almacén y la primera hilera de tongas; a su vez, dentro de esta hilera debe dejarse entre cada tonga un espacio de 9,5 metros. Entre esta hilera y la siguiente, paralela a ella, debe habilitarse un espacio de 15,7 metros para permitir que pase una línea de ferrocarril. Del mismo modo, conviene dejar espacios de 9,5 metros entre la segunda y al tercera hilera de parvas, de 15,7 metros entre la tercera y la cuarta y de 9,5 metros entre la cuarta hilera y el otro extremo del sitio. Por consiguiente, este almacén deberá tener una superficie aproximada de 140×470 metros.

Al contruirse un sitio de almacenamiento, debe abombarse el terreno en que se van a colocar las tongas e instalar cunetas de drenaje a ambos lados para que escurra el agua proveniente de las lluvias.

Los fardos se transportan, hasta el lugar donde deberán almacenarse, en carros pequeños de ferrocarril, de los que se sacan mediante una grúa provista de un dispositivo especialmente diseñado para levantar seis fardos a la vez. Mientras estos fardos se colocan en posición, unas barras espaciadoras situadas en la parte exterior del dispositivo dejan, automáticamente, un ducto de ventilación entre este grupo de fardos y los que ya están acomodados.

Los ductos de ventilación revisten una gran importancia pues permiten la salida del calor de fermentación y el secado rápido del material.

Los fardos que quedan en los lados y encima de cada tonga se espolvorean con ácido bórico a fin de disminuir el enmohecimiento, y como medida preservativa para el caso de que el agua de las lluvias penetre en las tongas. Las filas superiores de las tongas se arreglan en forma de techo de dos aguas y, una vez evaporado el calor de la fermentación, se cubren con láminas metálicas en forma de tejas de gran

tamaño. Estas se sujetan con espigones o clavos largos que se introducen profundamente en los fardos; sus extremos, que sobresalen de los lados de las parvas como aleros, se amarran con cables y espigones. En estos cables se colocan pabilos para evitar que penetre en las tongas el agua de lluvia que corra por ellos.

Cuando se deshacen las tongas, se sacan las láminas del techo y se bajan los fardos con ayuda de una grúa y un dispositivo de descarga. La compañía de ferrocarriles proporciona furgones sin techo que se destinan a este servicio especial. Naturalmente, se producen pérdidas en la manipulación de este material, ya sea porque el bagazo suelto no puede recogerse en forma económica, porque fardos de la fila inferior están embarrados a causa del drenaje defectuoso del almacén o porque parte del bagazo se deterioró debido a que la ventilación no fue suficiente para prevenir la destrucción de la fibra por la fermentación ácida. Sin embargo, las pérdidas son notablemente pequeñas si se considera el inmenso volumen de material que se maneja.

El problema de la mano de obra constituye un aspecto de esta actividad que no ha sido considerado en los párrafos anteriores. Para procurarse el personal necesario cada año, y sólo por un período tan corto, la Celotex se ve en la necesidad de traerlo desde distancias considerables, con los consiguientes gastos de transporte, alojamiento y manutención. Esto significa que en casi todos los lugares en donde funcionan instalaciones enfardadoras hay que alojar gratuitamente a los obreros que trabajan en forma transitoria durante la época de la zafra. El sostenimiento de los servicios de hotel y restaurant en unos quince lugares diferentes durante un período aproximado de tres meses cada año constituye un problema de cierta importancia.

El hecho de mantener funcionando instalaciones enfardadoras en un sinnúmero de lugares requiere una inversión considerable en construcciones y equipo. Una enfardadora moderna, con sus construcciones, maquinaria, transportadores, sitio de almacenamiento, grúas, equipo ferroviario, básculas para pesar camiones, etc., exige una inversión cercana a 250 mil dólares. Además de las operaciones que se realizan en cada emplazamiento de un ingenio azucarero, es necesario habilitar una bodega central de abastecimiento que durante las veinticuatro horas del día tenga mecánicos disponibles para hacer frente a situaciones imprevistas. Además, es necesario disponer de un servicio de mantenimiento y reparación durante todo el año, aunque las instalaciones no estén trabajando. Es conveniente tener en cuenta estos hechos cada vez que se declara que el bagazo es una fibra "barata". Es, en efecto, una fibra buena y económica, pero no barata.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DE LOS PROCEDIMIENTOS Y DEL EQUIPO PARA LA FABRICACION DE CELULOSA A BASE DE BAGAZO¹

Joseph E. Atchison

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se esbozan los procedimientos más importantes para fabricar celulosa a base de bagazo, se comenta la importantísima labor de eliminación de la médula que debe preceder a cualquiera otra y se analizan numerosos factores técnicos y económicos que deben tomarse en cuenta para seleccionar el procedimiento de fabricación que más convenga. A continuación se señalan algunos de los factores que han de tomarse en cuenta al elegir el tipo y procedencia del equipo necesario, una vez que se decida el procedimiento adecuado.

2. NECESIDAD DE REALIZAR UN ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO COMPLETO PARA CADA PROYECTO

Para desarrollar cualquier proyecto de aprovechamiento del bagazo en la fabricación de celulosa es esencial, como primera etapa, contar con un estudio técnico y económico completo realizado por personal competente. El que puedan hacer aquellos que tengan experiencia únicamente en la fabricación de celulosa a partir de madera apenas es útil, pues los problemas relativos a la fabricación de celulosa de bagazo y a la construcción y funcionamiento de una fábrica a base de esta materia prima son completamente distintos de los que plantea el empleo de la madera. En realidad, entre las principales razones por las cuales fracasaron muchos fabricantes de papel y celulosa que trabajan con bagazo se cuentan la falta de conocimientos acerca de la naturaleza de la materia prima y el afán de aplicar al bagazo los mismos métodos que a la madera.

Antes de elegir el procedimiento y el equipo adecuados y de decidir acerca de la viabilidad de determinado proyecto, convendrá examinar muchos factores técnicos y económicos, complejos y relacionados entre sí; tales factores sólo pueden estudiarse y analizarse en forma por técnicos muy experimentados.

El estudio de referencia no sólo debe ser completo en todos sus aspectos, sino también aplicable expresamente a la localidad exacta en la cual se va a construir la fábrica. Es poco atinado basar el desarrollo de un proyecto en datos y condiciones imperantes en otros países, e incluso en otras fábricas de un mismo país.

Tal estudio debe ser imparcial y en él se ha de indicar con claridad, una vez considerados todos los factores pertinentes, el tipo de procedimiento y equipo que mejor cuadre con la situación, así como las razones que justifican su empleo. Además se deben señalar con precisión las perspectivas económicas de la fábrica y las posibilidades de que resulte lucrativa en condiciones de libre competencia. En ningún caso ha de recomendarse la construcción de una fábrica cuando exista la más pequeña duda acerca de la posibilidad de obtener utilidades a largo plazo.

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.5.6.

3. ELIMINACIÓN PREVIA DE LA MÉDULA DEL BAGAZO Y SU IMPORTANCIA EN LA FABRICACIÓN DE PASTA

La eliminación de la médula del bagazo antes de aprovecharlo para producir celulosa ha sido motivo de controversia desde que se consideró por vez primera la posibilidad de utilizar esta materia prima para tal fin. Este problema, así como los distintos métodos para eliminar la médula del bagazo, será abordado en otros estudios, especialmente los del Dr. E. C. Lathrop,² que ha realizado un trabajo de extraordinaria importancia sobre el aprovechamiento de los residuos agrícolos para la fabricación de celulosa y ha ideado numerosos procedimientos para separar la médula de la fibra del bagazo.

En la literatura sobre la separación de la médula es posible distinguir tres opiniones distintas. Según la primera es posible emplear el bagazo entero sin eliminar la médula y obtener así un alto rendimiento de producto aprovechable; esta teoría pasa por alto la calidad del producto y la enorme dificultad que representa para la marcha de las fábricas de papel dejar la médula en la pasta. Sostienen esta opinión —aunque no con carácter exclusivo— los técnicos que han adquirido gran parte de su experiencia en la fabricación de celulosa a base de madera. Después de trabajar por años con bagazo y sortear innumerables dificultades, muchos de ellos han llegado a la conclusión de que, después de todo, es necesario eliminar la médula. Sin embargo, se ha construido gran número de fábricas sobre esta base, las que casi siempre han fracasado, por la tendencia a obtener conclusiones definitivas antes de realizar suficientes trabajos preliminares. Se hubieran evitado muchos de esos fracasos, ahorrado tiempo y dinero, valiosos ambos, si se hubiera estudiado detenidamente la literatura referente a trabajos previos sobre la materia. La bibliografía de los 50 últimos años proporciona una enorme cantidad de datos sobre el bagazo que indican claramente la necesidad de separar la médula antes de tratar de aprovechar su fibra para fabricar celulosa.

Conforme a otra de las opiniones sustentadas, se reconocen las dificultades que presenta la presencia de la médula, pero se trata de eliminarla en la lejiación o de efectuar la cocción en tal forma que la médula se transforme fundamentalmente y pueda aprovecharse como relleno del producto final. Estos procedimientos suelen ser complicados e involucran por lo menos dos etapas de cocción, lo cual, como es natural, eleva en forma considerable los costos y confiere dudoso valor económico a dichos procedimientos. Además, a pesar de que los representantes de estas dos ideologías aseveran que la médula subsiste a través de este procedimiento y es aprovechable en el producto final, en realidad, una gran proporción se pierde en el curso del tratamiento, en el lavado y en el refinado de la pasta y en todas las operaciones ulteriores realizadas en la fábrica de papel.

² Véase documento: *Factores económicos y de otra índole que deben considerarse al aprovechar el bagazo como materia prima para la fabricación de papel y celulosa.* (ST/ECLA/CONF.3/L.5.2.)

Cuando se deja la médula en el bagazo, una gran proporción se disuelve inevitablemente en la lejiación por su mayor superficie de contacto y la mayor facilidad para absorber sustancias químicas, en comparación con las fibras. Cuando se elimina de la pasta el líquido de cocción, mediante el lavado, se pierde, si éste se realiza en forma eficaz, una cantidad adicional de médula junto con la lejía negra.

Cuando se pasa la pasta por las bombas, a través de los separadores, los separadores centrífugos, los depuradores, los condensadores y las tinas de almacenamiento de pasta en las cuales se agita, en cada paso se produce un roce mecánico entre las fibras. Más adelante, cuando se desmenuza la pasta en la fábrica de papel, se somete de nuevo a violenta agitación, se bombea en forma semilíquida a través de los refinadores y entra en otras tinas donde se vuelve a agitar. Todo esto hace que se desprenda más médula de las fibras y que, suspendida en el agua, se elimine y se pierda por completo. Pero aun así, la médula que queda causa dificultades en la elaboración de papel. Hay que agregar tierra diatomácea y otras cargas de alta capacidad de absorción para evitar que la médula obstruya la tela, se pegue a las prensas, atasque los fieltros y dificulte en cualquier otra forma el funcionamiento de la máquina de papel.

Así pues, a pesar de todas las medidas adoptadas, sólo se obtiene un bajo rendimiento de papel y todavía se hacen sentir muchos de los inconvenientes inherentes a la fabricación de celulosa con bagazo sin desmedular.

Los partidarios de la tercera opinión, suscrita sin reservas por el autor, abogan por la eliminación total de la médula por medios mecánicos, antes de proceder a la fabricación de celulosa. Además recomiendan que, después de esta separación, se traten la médula y la fibra por separado y se aproveche cada una en la forma que más convenga.

El grupo de técnicos partidarios de esta opinión ha comprobado que, por la naturaleza y condiciones de la médula y de las materias extrañas que la acompañan al salir el bagazo del ingenio, la médula es perjudicial desde todo punto de vista para la fabricación de pasta de alta calidad.

Si se deja la sustancia medular en el bagazo durante la lejiación o cocción, las sustancias químicas actúan sobre ella con mucha mayor facilidad que sobre la fibra; por lo tanto, para su cocción, se necesita una cantidad de reactivos bastante mayor a pesar de que rinde muy poca pasta química.

Además, como la médula contiene una alta proporción de azúcares residuales y otras sustancias hidrosolubles que quedan en el bagazo, éstas también reaccionan con las sustancias químicas y aumentan considerablemente su consumo. Una gran proporción de la médula se disuelve durante la lejiación y, por lo tanto, es bajo el rendimiento del bagazo en comparación con el total que ha entrado al digestor. Además, cuando el bagazo con médula se somete a tratamiento con lejías fuertes, una parte de la médula con las materias extrañas que absorbe, tiende a hincharse y a ponerse gelatinosa, creando graves problemas en el proceso de conversión de la pasta. Esta materia gelatinosa propende a obstruir la tela de la máquina de papel, disminuye excesivamente la rapidez de desgote de la pasta en la máquina, se pega a los rollos de la prensa, retarda el funcionamiento de los fieltros, disminuye la rapidez del secado del papel, lo hace quebradizo, reduce en alto grado su resistencia y produce manchas sucias y brillosas en el papel; en general, inutiliza a la pasta para su empleo en la fabricación de productos de alta calidad.

La médula, por el polvo y tierra coloidal que lleva incrustados, contiene un alto tenor de las cenizas del bagazo.

Por lo tanto, cuando se trata de blanquear la pasta de bagazo sin separar la médula antes de la lejiación, se requiere una cantidad excesiva de agente de blanqueo, a pesar de la cual es casi imposible obtener un alto grado de blancura y evitar manchas debidas a impurezas.

Así pues, para producir celulosa de alta calidad de la fibra de bagazo, es necesario eliminar la médula antes de la lejiación. Mas, si se elimina y descarta la médula, el rendimiento en pasta es a veces demasiado bajo para que su fabricación tenga interés económico. En los últimos 50 años muchos investigadores han recomendado procedimientos con separación de médula, pero sólo algunos han tratado de aplicarlos en escala comercial, debido a que no se aprovechaba económicamente la médula. En consecuencia, muchas fábricas no han podido producir papel comercial a base de bagazo, porque trataban de obtener altos rendimientos dejando las células medulares con las fibras a través de todo el proceso de lejiación, blanqueo y fabricación de papel. Tal labor fue ineficaz y onerosa y el producto final, de inferior calidad e inaceptable en el mercado.

No obstante, como resultado de la intensa actividad desplegada en los últimos años, se han ideado ahora excelentes métodos para separar la médula de la fibra del bagazo y se han encontrado maneras muy ventajosas de aprovechar la médula. Por tanto, este problema no deberá impedir la construcción de nuevas fábricas de celulosa a base de bagazo, siempre que los otros factores sean favorables.

Cuadro 1

RESULTADOS DEL FRACCIONAMIENTO DE LA MEDULA. TRABAJO REALIZADO POR EL DR. ARTHUR G. KELLER DE LA LOUISIANA STATE UNIVERSITY EN 1948

Fracción retenida	Porcentaje de médula total	Porcentaje de contenido cenizas
<i>Muestra 1 - 11/4/48</i>		
En el recipiente final	8,5	35,22
En criba de malla 80	6,5	21,39
En criba de malla 60	74,0	13,00
En criba de malla 20	10,5	7,69
En criba de malla 14	Ninguno	—
Total	99,5	—
<i>Muestra 2 - 11/5/48</i>		
En el recipiente final	8,0	34,88
En criba de malla 80	4,5	22,90
En criba de malla 60	74,5	11,40
En criba de malla 20	12,5	8,01
En criba de malla 14	Ninguno	—
Total	99,5	—
<i>Muestra 3 - 11/9/48</i>		
En el recipiente final	16,0	39,20
En criba de malla 80	9,0	22,28
En criba de malla 60	69,0	9,90
En criba de malla 20	5,0	6,88
En criba de malla 14	Ninguno	—
Total	99,0	—

En dos importantes trabajos sobre este campo, se indica claramente la necesidad de separar la médula de la fibra. El Dr. Arthur G. Keller, Profesor de Ingeniería Química en la Universidad de Luisiana, estudió en 1948 el fraccionamiento de la médula del bagazo de Luisiana; se empleó médula seca y la separación se efectuó mediante cribas con distintos tamaños de malla.

Los resultados consignados en el cuadro 1, indican de manera concluyente que, cuando se trata de usar el bagazo con médula para fabricar celulosa, una de las dificultades

reside en su alto tenor de cenizas, que varía de 7 hasta casi un 40 por ciento. Por lo tanto, es natural que ello produzca inconvenientes, sobre todo en el blanqueado de la pasta con médula. Estos resultados muestran también que las partículas más finas de la médula contienen la mayor proporción de tierras coloidales adheridas y otras materias extrañas, y que, para algunas clases de papel, bastaría eliminar una parte de la médula; esto ha sido comprobado en la práctica comercial y ha motivado el desarrollo de métodos especiales para realizar esta eliminación parcial.

La Taiwan Pulp and Paper Corporation, en Formosa, ha realizado otro importante trabajo en este sentido. Se estudió el efecto de la inclusión de médula, en diversas proporciones, en el bagazo utilizado en la fábrica de celulosa; los resultados correspondientes se reflejan en el gráfico 1.

Lo anterior parece corroborar de manera definitiva los inconvenientes de dejar la médula en el bagazo si se desea fabricar económicamente productos de alta calidad. El porcentaje de médula eliminada se basa en el contenido total de médula (aproximadamente un 30 por ciento del bagazo entero). Por lo tanto, la eliminación del 30 por ciento equivale a la eliminación total de la médula; un 10 por ciento, a un tercio de la médula, y un 20 por ciento, a dos tercios del total.

La resistencia de la pasta continúa aumentando hasta que se elimina toda la médula, si bien se registra un aumento marcado de la resistencia cuando se ha eliminado el último 50 por ciento; esto es de suma importancia para la producción de papeles fuertes, pues significa que la eliminación de la médula es necesaria, o por lo menos deseable, para la fabricación de papel de ese tipo.

En cuanto al rendimiento de pasta después de depurada, se alcanza un nivel de 50 por ciento después de eliminar alrededor de la mitad de la médula; el rendimiento aumenta sólo ligeramente al eliminarse mayor cantidad. Sin embargo, esta cifra demuestra que, cuando se utiliza el bagazo entero, se obtiene sólo un rendimiento del 37 por ciento contra un 50 por ciento al eliminarse parcial o totalmente la médula. De esta manera, la eliminación de gran cantidad de médula antes de la cocción, no altera el rendimiento final, cuando éste se determina sobre la base del peso del bagazo original.

Los resultados del blanqueo revisten particular importancia, pues demuestran que, cuando se utiliza el bagazo entero, el consumo del agente de blanqueo es exorbitante, hasta llegar a un 30 por ciento de cloro sobre el peso de la pasta. Con la eliminación de la médula, el consumo del reactivo disminuye rápidamente y representa sólo un 5 por ciento de cloro cuando ésta se separa en su totalidad.

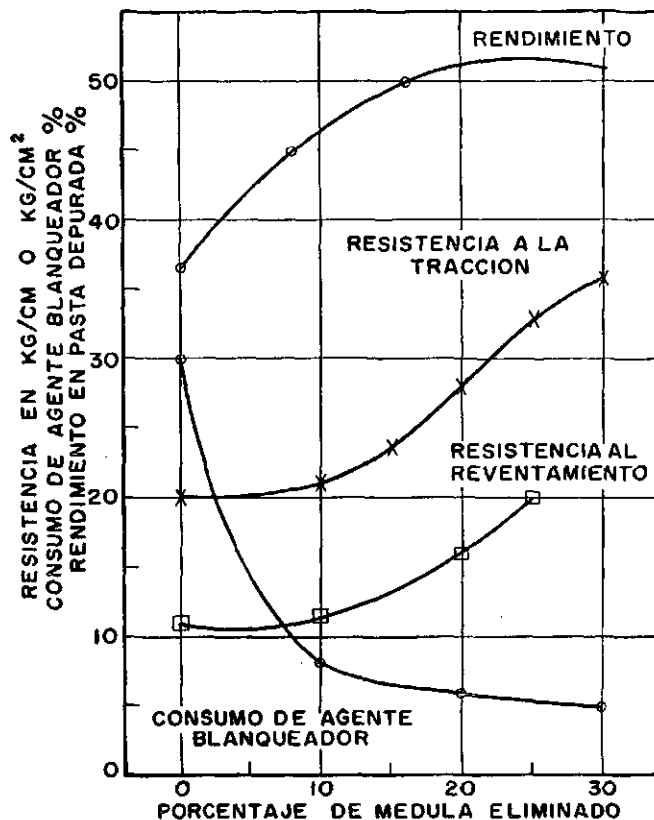
Por lo tanto, las conclusiones a que han llegado los investigadores del mundo entero confirman la tesis de que la eliminación de la médula antes de la cocción es una de las claves del aprovechamiento eficaz del bagazo como materia prima celulósica, y, en consecuencia, tiene gran importancia en la elección de procedimientos y equipo para la fabricación de celulosa a base del bagazo.

4. LOS MÉTODOS TRADICIONALES PARA FABRICAR CELULOSA DE MADERA NO SON APLICABLES, SIN MODIFICACIONES, A LA PRODUCCIÓN DE PASTA DE BAGAZO

Al escoger el procedimiento y el equipo para una fábrica de celulosa que emplee el bagazo, debe tenerse en cuenta que los métodos de fabricación utilizados con la madera no pueden aplicarse a la materia prima sin modificarlos sustancialmente. Una de las causas de este fenómeno ya ha sido

Gráfico 1

EFFECTO DEL CONTENIDO DE MEDULA EN LA LEJACION Y BLANQUEO DEL BAGAZO, DETERMINADO POR LA TAIWAN PULP AND PAPER CORPORATION



expuesta en detalle en la sección anterior, referente a la eliminación de la médula. Hay también otras razones de importancia.

El bagazo es muy voluminoso en comparación con la estructura compacta de la madera. Por lo tanto, si se usan digestores de tipo corriente, la capacidad por unidad resultará relativamente pequeña, lo que obligará a aumentar su número para obtener la producción de pasta deseada. Además, deben escogerse métodos apropiados para cargar bien el digestor, de manera que se obtenga el máximo de fibra de bagazo por metro cúbico de capacidad del digestor. El peso de la fibra de bagazo por metro cúbico de capacidad del digestor fluctúa considerablemente según el método empleado para preparar la fibra de bagazo antes de introducirla en el digestor y según el método de cargarlo.

Por la alta absorción del bagazo, suelen ser poco prácticos los digestores con sistemas de circulación del líquido. Aunque en las fábricas que emplean ese sistema la relación de la lejía y la madera es comúnmente de 4,5 a 1 o de 5 a 1, para obtener una buena circulación de la lejía con el bagazo deben utilizarse relaciones de 10 a 1 o de 12 a 1 (es decir, peso del líquido en relación con el peso del bagazo seco) con el fin de lograr la transferencia térmica que se requiere para obtener una cocción uniforme. Esto resulta en altos consumos de vapor para calentar el líquido adicional e incluso en este caso, la naturaleza de las fibras favorece la formación de canales a través del bagazo, lo que ocasiona una cocción dispareja. Los digestores estacionarios verticales que se usan corrientemente en las modernas fábricas de ce-

lulosa de madera son completamente inadecuados para lejar el bagazo. En cambio, los digestores del tipo giratorio son indispensables si se emplea el sistema de lejar a presión, sean del tipo esférico o del tipo de volteo vertical. Este último tiene la ventaja de permitir la descarga del digestor sin reducir la presión a cero, operación que consume mucho tiempo. Por medio de la acción giratoria, se mezclan completamente el bagazo, el vapor y la lejía, de manera que se produce buena transferencia térmica y la cocción resulta uniforme aun con relaciones de lejía de 4,5 a 1 o de 5 a 1.

La concentración química usada en la cocción es otro factor importante, que varía considerablemente según se trate del bagazo o de la madera. A causa de la estructura compacta de la madera y la dificultad de penetrar bien en el interior de sus células, el tratamiento necesario para lejarla resulta demasiado severo aplicado al bagazo. Por otra parte, debido a la falta de cohesión entre las fibras del bagazo, éstas son mucho más sensibles a la acción química y por lo tanto requieren una concentración mucho menor. En realidad, las condiciones estrictas que normalmente se aplican a la madera originan graves perjuicios para la celulosa cuando se trata del bagazo.

Además de las diferencias de estructura física, las proporciones de los distintos componentes químicos de la madera y el bagazo varían en forma considerable. Si bien contienen aproximadamente la misma cantidad de holo-celulosa o fracción total de hidratos de carbono, la madera posee en general mayor cantidad de alfacelulosa, mientras que el bagazo contiene proporción mayor de hemicelulosa. Por lo tanto, para que la pasta de bagazo pueda competir con la pasta de madera, es necesario fabricarla de tal manera que retenga una gran proporción de hemicelulosa, con lo que se logra un mayor rendimiento que el que se obtiene al aplicar al bagazo las técnicas normales de conversión de madera de celulosa.

Estos hechos revelan nuevamente que es necesario aprovechar los servicios de las empresas que ya tienen experiencia en este campo especial antes de proyectar nuevas fábricas de celulosa a base de bagazo.

5. RESEÑA DE LOS PROCEDIMIENTOS MÁS IMPORTANTES PARA LA FABRICACIÓN DE CELULOSA A BASE DE BAGAZO

a) Generalidades

En los últimos cien años investigadores de diversos países han aplicado casi todos los procedimientos imaginables para hacer ensayos respecto a la fabricación de papel y celulosa a base de bagazo. Desde el punto de vista técnico, se ha comprobado que los procedimientos a la soda, al sulfato y al monosulfito (o cualquier variación de éstos) son adecuados para producir pasta de buena calidad y que, mediante un procedimiento corriente de blanqueo en tres etapas, se puede obtener celulosa blanqueada de buena clase.

Como en muchos países del mundo se ha fabricado y utilizado con éxito la celulosa de paja, conviene considerar cuidadosamente los procedimientos comerciales que se han utilizado para aprovechar la paja antes de elegir un procedimiento para lejar el bagazo. Una vez separada la médula de éste, la fibra limpia es una materia prima que puede tratarse en forma bastante similar a la paja y, en muchos aspectos, es muy superior a ésta para la manufactura de productos celulósicos y papeleros de alta calidad.

Al parecer, los procedimientos ácidos de lejiación son los únicos, entre los corrientes, que no pueden adaptarse al tratamiento de la paja ni del bagazo. La celulosa fabricada por procedimientos ácidos da como resultado papeles y car-

tones quebradizos y poco resistentes. Es cierto que el procedimiento en dos etapas —por ejemplo, el ácido nítrico y los que involucran un tratamiento previo de hidrólisis seguido por una cocción en baño alcalino— han permitido obtener buena celulosa del bagazo, pero invariablemente el rendimiento es bajo y los costos son más elevados que cuando se utiliza un procedimiento de etapa única. Por tanto, su valor práctico es muy dudoso y, en definitiva, su valor económico podría calificarse actualmente de desfavorable para la producción de celulosa para papel.

Los procedimientos alcalinos y al monosulfito, así como sus diversas variaciones, se aplican en algunas partes del mundo y permiten obtener celulosa de buena calidad a base de paja y de bagazo. Cuando se emplean estos procedimientos en su forma corriente, con digestores giratorios a presión, se comprueba que con los procedimientos alcalinos se produce pasta algo más resistente, en tanto que el procedimiento al monosulfito da una pasta menos resistente pero de mayor rendimiento y de un color algo más claro antes del blanqueo. El procedimiento ideal sería, pues, el que diera por resultado un alto rendimiento y pasta de gran resistencia, combinando así las ventajas de los procedimientos alcalinos corrientes y del procedimiento al monosulfito neutro. Los resultados obtenidos con algunos de los procedimientos modernos indican que las investigaciones están muy bien encaminadas para el logro de este sistema ideal.

No se tratará en este estudio de describir todos los procedimientos y modificaciones recomendados para tratar el bagazo. Sin embargo, se dedica especial atención a aquellos métodos que, al parecer, requieren mayor consideración, a saber, el procedimiento a la soda corriente, con digestores a presión; el procedimiento al sulfato o kraft, ya sea el corriente o modificado, con digestores a presión; el procedimiento al monosulfito neutro, con digestores a presión; el procedimiento continuo a la soda o procedimiento Celdecor, y el nuevo procedimiento mecanoquímico o Peoria, en el que se utiliza el método a la soda o al sulfato para lejar el bagazo. Tanto el procedimiento Celdecor como el mecanoquímico se realizan a presión atmosférica, pero son completamente distintos, como lo son también las características de las celulosas respectivas.

Además debe señalarse que los tratamientos a presión —a la soda o al sulfato— también pueden hacerse en digestores continuos, algunos de los cuales se han aplicado con cierto éxito para la madera, especialmente en el caso de pasta semiquímica. Estos métodos continuos de lejiación a presión para el tratamiento del bagazo no se han incluido en el presente estudio, porque todavía no se usan ampliamente en la industria para tal fin.

En las páginas siguientes se dan las principales características de los 5 procedimientos empleados más comúnmente, con objeto de facilitar su comparación.

b) El procedimiento a la soda, con digestores a presión

En muchas partes del mundo se utiliza el procedimiento corriente a la soda, con digestores esféricos giratorios o del tipo de volteo, ambos a presión, para tratar los residuos agrícolas. En este procedimiento el consumo de sustancias químicas depende en gran parte de la existencia de un sistema de recuperación. Cuando se utiliza tal sistema, la concentración química puede elevarse al 24 por ciento con relación al peso en seco del bagazo que se proyecta tratar. Con esta alta concentración de materias químicas, se puede efectuar una cocción de corta duración a una presión relativamente baja, y como se recupera un 80 a 90 por ciento

de sustancias químicas, su costo sigue siendo bajo. Por otra parte, cuando no se utiliza un sistema de recuperación, se trata por todos los medios posibles de usar una concentración muy baja de reactivos (más o menos de 14 a 16 por ciento para producir pasta blanqueable), con el fin de mantener los costos a un nivel bajo.

Cuando se trata el bagazo sin médula por el procedimiento corriente a la soda, el máximo rendimiento que puede esperarse oscila entre el 53 y el 55 por ciento de pasta sin blanquear, o sea un rendimiento general de 48 a 50 por ciento de pasta blanqueada, que podría obtenerse en una cocción de dos horas, a una temperatura máxima de 170° C, utilizando más o menos un 15 por ciento de soda cáustica sobre el peso en seco del bagazo sin médula.

Cuando se prepara una pasta de alto rendimiento (como la que se usa en cartones ordinarios) por el procedimiento a la soda, el consumo de sustancias químicas, es del 7 al 9 por ciento de soda cáustica bajo las mismas condiciones de cocción. En este caso se produce pasta de muy buena calidad para alma de cartón corrugado y otros tipos ordinarios, o para pasta de carga o relleno, con rendimientos del 70 al 75 por ciento.

La desventaja principal del procedimiento corriente a la soda, así como de los otros procedimientos corrientes de lejiación a presión, reside en la cuantiosa inversión inicial que requieren los digestores a presión y el equipo auxiliar de lejiación, como consecuencia, en parte, del excesivo volumen del bagazo, que requiere una alta capacidad lejiadora por tonelada de pasta producida. Además, el rendimiento es bastante bajo, y prolongado el ciclo general de cocción. Por el escaso rendimiento, el costo de productos químicos por tonelada es comparativamente alto, a menos que se emplee un sistema de recuperación de reactivos. Si se utiliza dicho sistema, sube naturalmente el costo inicial de inversión a un valor que podría no justificarse en las fábricas pequeñas.

Durante los últimos años muchas fábricas han modificado el procedimiento corriente a la soda añadiéndole pequeñas cantidades de azufre o sulfuro de sodio. De esta manera obtienen algunas de las ventajas del procedimiento al sulfato, que se describe a continuación. Como consecuencia de estas modificaciones, ambos procedimientos tienden a asemejarse.

c) *El procedimiento kraft o al sulfato con digestores a presión*

El procedimiento kraft o al sulfato se ha destacado en los últimos 30 años, hasta el punto de desplazar casi por completo al procedimiento a la soda para la fabricación de pasta alcalina hecha con madera de coníferas. También ha permitido obtener excelentes resultados en la lejiación de maderas duras, con digestores a presión corrientes. Los detalles de fabricación son similares a los del procedimiento a la soda, salvo que la pérdida de soda en el sistema de recuperación se compensa por la adición de sulfato de sodio en vez de carbonato de sodio o soda cáustica. La lejía al sulfato contiene soda cáustica y sulfuro de sodio. La presencia de este último se traduce en una acción más suave, en un rendimiento ligeramente mayor, y en pasta más fácilmente blanqueable que la preparada por el procedimiento a la soda.

El procedimiento corriente al sulfato tiene más o menos los mismos inconvenientes que el común a la soda. La inversión inicial es cuantiosa y en este caso es absolutamente indispensable instalar un sistema de recuperación, para reducir el sulfato de sodio o carbonato de sodio a sulfuro de sodio. En el procedimiento normal al sulfato el horno de recuperación sirve como horno de reducción y el sulfato

de compensación se convierte en sulfuro de sodio en la atmósfera reductora de este horno.

El procedimiento corriente al sulfato tiene además la gran desventaja de que se desprende un olor muy penetrante, desagradable y persistente, originado por los compuestos de azufre orgánico que se forman en la reacción a alta presión.

Cuando se utiliza este procedimiento para la producción de pasta blanqueable de bagazo sin médula, el consumo de sustancias químicas representa un 14 a 16 por ciento de las sustancias químicas totales (hidróxido de sodio más sulfuro de sodio) sobre el peso en seco del bagazo sin médula. Con esta concentración, es suficiente una cocción de dos horas a 170° C, para producir pasta de alta calidad y blanqueable. El rendimiento de pasta sin blanquear fluctúa entre 53 y 55 por ciento y el rendimiento de pasta blanqueada entre 48 y 50 por ciento del peso del bagazo sin médula. En el blanqueo se utiliza del 8 al 9 por ciento de cloro sobre el peso en seco de la pasta blanqueada.

Para la manufactura de pastas gruesas, adecuadas para cartones, el consumo total de sustancias químicas sería aproximadamente de 7 a 9 por ciento sobre el peso en seco del bagazo sin médula, y el rendimiento resultante, alrededor del 75 por ciento.

A pesar de las desventajas mencionadas, este procedimiento se ha utilizado con mucho éxito para la producción de pasta de alta calidad a base de residuos agrícolas. En las regiones donde es bajo el costo del sulfato de sodio, el empleo de este procedimiento o de algunas de sus variaciones, presenta ciertas ventajas. Entre las variaciones la más aplicable a los residuos agrícolas es aquella que requiere menor consumo de sulfuro de sodio que en el tratamiento de la madera. En las fábricas corrientes de celulosa a base de madera de coníferas, generalmente se emplea un 33 1/3 por ciento de sulfuro de sodio en proporción con el total de materias químicas. En cambio, tratándose de residuos agrícolas, algunos investigadores han descubierto que es ventajosa la proporción de sulfuro de 12 a 15 por ciento.

Otra variante la constituye el nuevo procedimiento mecanoquímico, en el que se utilizan las mismas concentraciones de sustancias químicas que ya se ha indicado, pero en que es más alto el rendimiento obtenido. Es oportuno señalar aquí que el procedimiento mecanoquímico ofrece algunas ventajas muy palpables si se emplea el procedimiento a la soda o al sulfato en cualquiera de sus formas, utilizando, en vez de digestores a presión, los desmenuzadores hidromecánicos *hydropulper*; dicho procedimiento se describe a continuación.

d) *El procedimiento al monosulfito o al sulfito neutro*

Para la manufactura de pastas semiquímicas a base de madera dura, se ha generalizado en los Estados Unidos el procedimiento al monosulfito de sodio o al sulfito neutro. También se ha utilizado en gran escala en Italia y Alemania para obtener celulosa de paja, y actualmente se ha adoptado en Formosa para la fabricación de pasta de bagazo. El principal reactivo es el sulfito de sodio; con éste se utilizan como regulador del pH, durante la cocción, el carbonato de sodio, el bicarbonato de sodio o la soda cáustica. Como el sulfito de sodio es un reactivo suave, es necesario utilizar una presión relativamente alta (unos 7 kilogramos por centímetro cuadrado).

Desde un punto de vista exclusivamente técnico, el procedimiento al monosulfito podría calificarse como el más aconsejable de todos los de tipo convencional que utilizan digestores a presión para la producción de pastas a base de

residuos agrícolas, incluso el bagazo. Sin embargo, cuando se consideran los factores económicos —especialmente el costo de las sustancias químicas— este procedimiento puede resultar completamente inaplicable en ciertas zonas.

La celulosa sin blanquear que se obtiene por este procedimiento, en la proporción de 55 a 58 por ciento sobre el peso en seco del bagazo sin médula, no es tan resistente como la fabricada por el procedimiento corriente a la soda o al sulfato. El rendimiento es, sin embargo, mucho más alto y la pasta es un poco más blanca que la fabricada con el procedimiento alcalino. Es, por tanto, más apropiada para la fabricación de pasta blanqueada, semiblanqueada o no blanqueada de color claro, en las cuales revisten tanta importancia las características de resistencia. Para obtener pasta blanqueada o sin blanquear de alta resistencia son preferibles los procedimientos alcalinos, o sus variantes, al del monosulfito.

Al emplear este procedimiento se obtienen las condiciones más favorables de cocción con 12 a 14 por ciento de monosulfito de sodio y 3 a 4 por ciento de carbonato de sodio sobre el peso en seco del bagazo sin médula. Con esta concentración se produce pasta de alto rendimiento y fácilmente blanqueable en una cocción de dos horas a 170° C.

Cuando se utiliza este procedimiento para fabricar pasta ordinaria para cartones, el total de sustancias químicas necesarias representa de 6 a 8 por ciento de sulfito de sodio y más o menos un 3 por ciento de carbonato de sodio, sobre el peso del bagazo sin médula.

El procedimiento al monosulfito no requiere el sistema de recuperación de sustancias químicas, por lo que su éxito económico depende fundamentalmente del costo del carbonato de sodio y del azufre. En los Estados Unidos, donde esas sustancias químicas son muy baratas, el costo de producción de celulosa hace que este procedimiento sea económicamente factible sin necesidad de emplear sistemas de recuperación, incluso en las fábricas pequeñas con capacidad diaria de 25 toneladas. En muchas regiones, sin embargo, el costo de producción es prohibitivo debido al alto costo del carbonato de sodio y del azufre o sulfito de sodio. El procedimiento mencionado presenta, además, la misma desventaja que los de tipo corriente a la soda y al sulfato, es decir, requiere el empleo de digestores a presión.

e) *El procedimiento Celdecor o a la soda-cloro*

El procedimiento Celdecor o Pomilio, para la elaboración de celulosa con residuos agrícolas también se ha generalizado bastante en el mundo. En realidad, se trata sólo de una variante del procedimiento a la soda, en la que, después de una lejiación suave con soda se procede a una etapa de cloración drástica para continuar la cocción. A la etapa de cloración sigue un proceso de extracción cáustica, en el cual se utiliza una concentración relativamente alta de soda cáustica; en seguida viene una etapa —o etapas— de aplicación de hipocloritos para completar el blanqueo.

Al iniciarse el procedimiento Pomilio, se creyó que permitiría el aprovechamiento de los productos de una instalación electrolítica, aproximadamente en la misma proporción en que salen de las células; este aspecto interesaba a los países carentes de industria química establecida pero que disponían de abundantes existencias de sal y energía eléctrica a bajo costo, porque la única materia prima necesaria —fuera de la fibra —es la sal común, a razón de 0,5 toneladas de sal por tonelada de celulosa blanqueada. Las lejías y sustancias de blanqueo consistían en soda cáustica y cloro, utilizadas como salían de las células electrolíticas. Como

entrañaba el empleo de una alta proporción de cloro en el tratamiento general de cocción y blanqueo, el procedimiento Pomilio se ha denominado "a la soda-cloro". Cuando se aplicaba en esa forma tan alta proporción de cloro, el procedimiento Pomilio original nunca dió buen resultado. La celulosa obtenida era demasiado quebradiza y de calidad no muy buena. Sin embargo, en el curso del desarrollo de este procedimiento, la Cellulose Development Corporation, (Reino Unido), introdujo modificaciones que han mejorado el procedimiento básico, pues se comprobó que se obtienen mejores resultados aumentando la cantidad de soda en la primera etapa de cocción y se descartó la idea de aprovechar los productos de la planta electrolítica en la proporción exacta en que salen de las células. Sin embargo se mantuvo la cocción relativamente suave a la soda, seguida por una proporción relativamente mayor de cloro que en los procedimientos corrientes a la soda, al sulfato y al monosulfito para la manufactura de celulosa blanqueada.

El procedimiento Celdecor presenta ventajas y desventajas sobre los de tipo corriente, con digestores a presión. Un inconveniente conocido consiste en que la pasta resulta un tanto quebradiza debido al alto consumo de cloro y, por eso, su resistencia al plegado es relativamente baja. Otra desventaja es el alto consumo de sustancias químicas, en comparación con los métodos corrientes a presión. Cuando se suma la cantidad total de soda cáustica al total de cloro que se utiliza para la producción de celulosa blanqueada, resulta que con tal procedimiento se requiere una cantidad de reactivos mucho mayor que con los procedimientos normales. Por otra parte, tiene la gran ventaja de que funciona a presión atmosférica y que la inversión inicial es menor que cuando se utilizan digestores como en los procedimientos corrientes de cocción.

El procedimiento Celdecor para la manufactura de celulosa blanqueada rinde generalmente un 45 por ciento sobre el bagazo sin médula. Cuando se produce pasta ordinaria para cartones, el rendimiento puede llegar a 65 o 70 por ciento.

f) *El procedimiento mecanoquímico o Peoria, a base de soda o sulfato*

El nuevo y revolucionario procedimiento mecanoquímico desarrollado por los señores Lathrop y Aronovsky, del Northern Utilization Research Branch del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, presenta, al parecer, ventajas precisas sobre los procedimientos corrientes para lejiar el bagazo. Fue descubierto mientras se trataba de encontrar un procedimiento ideal para preparar pasta a base de residuos agrícolas. Con él se obtienen altos rendimientos y pasta de excelente resistencia, combinando las ventajas de los procedimientos alcalinos corrientes con las del procedimiento al monosulfito neutro.

En este procedimiento se pueden emplear la soda cáustica o una combinación de soda cáustica y sulfuro de sodio, como en el procedimiento al sulfato. La cocción se realiza a presión atmosférica y a baja temperatura, cercana a los 100° C. Durante la cocción la fibra se agita en un desmenuzador hidromecánico, o *hydra-pulper*. La rapidez de lejiación de este procedimiento se atribuye a la acción del rotor del aparato, que fuerza o bombea la lejía a través y dentro del bagazo. El bagazo y la lejía circulan con rapidez suficiente para originar y mantener un buen remolino en la unidad, lo que provoca un impacto rápido y repetido de las partículas de bagazo contra las aspás del rotor. Como resultado de la acción mecánica entre la lejía y la fibra, las sustancias químicas actúan con mucha celeridad y basta

una concentración relativamente baja de ellas para obtener pasta de buena calidad en poco tiempo.

Con la misma cantidad de reactivos sobre el peso en seco del bagazo sin médula, el procedimiento mecanoquímico sólo requiere una cocción de aproximadamente una hora a 100° C, en contraste con la cocción de dos horas a 170° C necesaria en los digestores corrientes a presión. Además, el rendimiento del procedimiento mecanoquímico supera en un 6 a 8 por ciento al obtenido de la lejiación por los métodos convencionales de cocción a presión. Las pastas alcalinas resultantes de este procedimiento son bastante más resistentes que las derivadas del procedimiento al sulfito neutro, y presentan características de resistencia muy similares a las de la celulosa kraft fabricada con madera blanda, excepto en lo que se refiere al desgarramiento. Cuando se utiliza este método en la fabricación de pasta blanqueable, el consumo de reactivos es de 14 a 16 por ciento sobre el peso del bagazo sin médula. En el caso de pasta gruesa para cartones, el consumo de sustancias químicas llega a un 7 ó 9 por ciento.

Para obtener con este procedimiento celulosa blanqueable a base de bagazo sin médula, el rendimiento medio de pasta sin blanquear es de casi un 60 por ciento sobre el peso en seco de la materia prima. El rendimiento de pasta blanqueada registrado es constantemente superior al 50 por ciento del bagazo sin médula original. Cuando dicho procedimiento se aplica a la fabricación de pasta para cartones, se pueden obtener fácilmente rendimientos hasta del 75 por ciento y más.

A fin de fabricar pasta satisfactoria para determinados fines, puede aplicarse cualquiera de los procedimientos mencionados. La elección de un método particular depende de un conjunto de factores técnicos y económicos, que se refieren a la ubicación precisa de la fábrica y al tipo de producto que se desea fabricar. Estos factores se examinan a continuación.

Con el objeto de establecer comparaciones, se han preparado los esquemas 1 y 2 en los que se representa en forma sencilla el método de lejiación a presión y el mecanoquímico. En el caso del método de lejiación a presión podría usarse el mismo equipo para cualquiera de los procedimientos alcalinos, o para el procedimiento al monosulfito. En el método mecanoquímico puede usarse una lejiación a la soda o al sulfato. Los sistemas consignados en los esquemas se consideran eficaces, aunque, por cierto, son numerosas las modificaciones de que pueden ser objeto.

6. FACTORES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS QUE DEBEN CONSIDERARSE AL SELECCIONAR EL PROCEDIMIENTO Y EL EQUIPO

a) Generalidades

Los factores técnicos y económicos que hay que tener en cuenta al seleccionar el método y el equipo apropiados para cualquier proyecto de fábrica de celulosa a partir del bagazo, están tan encadenados entre sí que prácticamente no puede examinarse uno aisladamente de los otros. Entre estos factores cabe mencionar los siguientes:

- 1) Costo inicial del equipo para cada procedimiento o capital necesario para una fábrica de determinado tamaño;
- 2) Disponibilidad relativa y costo de los reactivos necesarios para cada procedimiento, en la región de que se trate;
- 3) Disponibilidad y costo del combustible puesto en fábrica;
- 4) Disponibilidad y costo de la energía eléctrica com-
prada;

5) Disponibilidad y costo de la mano de obra en la región;

6) Disponibilidad y costo de un adecuado abastecimiento de agua;

7) Medios y costo de eliminación de las aguas servidas;

8) Costo del bagazo puesto en fábrica, y

9) Tipo de celulosa, papel o cartón que se proyecta fabricar.

A continuación se analiza cada uno de estos factores en relación con la selección del procedimiento y del equipo correspondiente.

b) Costo inicial del equipo para cada procedimiento, o capital necesario para una fábrica de determinado tamaño

Aunque es fácil comprender la preocupación por obtener equipo a bajo costo, en una época de escasez de capitales, es un grave error conceder demasiada atención a la conveniencia de que el costo inicial sea bajo.

El costo inicial del equipo debe considerarse con la debida perspectiva y analizarse desde el punto de vista de los costos de mantenimiento, duración probable, costo de ejecución y la posibilidad de que no haya dificultad en su funcionamiento. La experiencia muestra de manera definitiva que el equipo barato puede provocar mayores desembolsos por desperfectos y tiempo perdido, en un año de trabajo, que el mejor equipo en plaza. En el trabajo de una fábrica de celulosa, la pérdida de un solo día, como resultado del desperfecto de una pieza de la máquina, puede destruir la continuidad de la operación completa y resultar sumamente onerosa. Por otra parte, el equipo de mejor calidad —aunque originalmente más caro— puede prestar servicios satisfactorios y funcionar eficazmente durante años, sin necesidad de constantes y costosas reposiciones y sin incurrir en cuantiosos gastos de mantenimiento que, repetimos, van a presentarse usando equipos sólo en apariencia más económicos.

En efecto, cuando el costo inicial del equipo es sumamente bajo, se verá, en el transcurso de los años, que el costo de operación o costo de producción por tonelada de pasta casi invariablemente será elevado, por lo cual la mayoría de las empresas papeleras y celulosicas con visión del futuro han adoptado la política de seleccionar el equipo y los procedimientos basándose enteramente en su calidad y resultados a largo plazo más que en su precio.

Se destaca este principio porque algunos proveedores de maquinaria, en su propaganda de venta, tienden a dar mayor importancia al bajo costo inicial que a los demás factores. En realidad, el autor ha conocido algunos precios tan bajos, hasta el punto de ser increíbles en relación con los actuales costos de fabricación de maquinaria. Al analizarlos a fondo, se comprobó, en algunos casos, que no sólo correspondían a precios de maquinaria barata de muy baja calidad, sino que ésta no incluía muchas piezas necesarias para la eficaz marcha de la fábrica. Por tanto, cuando se analizan y comparan diversas cotizaciones en competencia, conviene asegurarse de que se incluye todo el equipo necesario o de que se haga una lista completa de las partes que faltan y que deben obtenerse en el lugar de emplazamiento de la fábrica. En caso contrario, habría que hacer frente a gastos locales imprevistos y prohibitivos, que contribuirían al fracaso del proyecto desde el punto de vista económico.

c) Disponibilidad relativa y costo de los reactivos necesarios para cada procedimiento, en la región de que se trate

La relativa disponibilidad de los diversos reactivos en la región en que se proyecta instalar la fábrica, y el costo

correspondiente influyen de manera muy importante en la selección del tipo de tratamiento y equipo que debe adquirirse.

Por ejemplo, en las regiones donde el costo del carbonato de sodio y del azufre es bajo, sería muy favorable el empleo del procedimiento al monosulfato. En las que el costo de tales reactivos es subido, puede que este factor, por sí solo, obligue a descartarlo, ya que el mencionado método no prevé sistema de recuperación alguno.

En lugares donde se dispone de existencias de sulfato de sodio a un costo razonable, podría considerarse con interés el procedimiento al sulfato, ya sea con digestores a presión o con el sistema mecanoquímico, la carencia de dicho reactivo, podría impedir su empleo. No obstante, como generalmente este procedimiento va acompañado de un sistema de recuperación de lejía, podría constituir el método apropiado aun cuando el costo de los reactivos fuera alto. Al decidir sobre este asunto, hay que comparar la inversión necesaria para instalar el sistema de recuperación y el costo del sulfato de sodio compensatorio con el costo total de producción correspondiente a otros procedimientos que no necesitan un sistema de recuperación de lejía.

En las zonas donde la industria química está bastante desarrollada y en que es fácil obtener soda cáustica o carbonato de sodio, el procedimiento más conveniente podría ser el de la soda o cualquiera de sus variantes. En tal caso, habría que determinar cuidadosamente si se justifica la instalación de un sistema de recuperación.

En cuanto al blanqueo, el costo del cloro puede determinar la necesidad de agregar una planta electrolítica a la fábrica de celulosa; en caso afirmativo, este factor puede ser decisivo para la selección del procedimiento de lejiación.

Cuando se dispone de todos los reactivos que necesita cualquier procedimiento, la selección del método es más complicada ya que en tal caso hay que examinar todos los de uso corriente. Por consiguiente, la elección del procedimiento puede depender de otros factores totalmente distintos, y es posible que se dé poca importancia al costo relativo de los reactivos.

En las regiones sin industria química desarrollada y donde el costo de las sustancias químicas para lejiar y blanquear es elevado, podría ser necesario instalar una planta electrolítica y otra de recuperación para contar con una empresa económica. En este caso, la planta electrolítica tiene que ser de tamaño adecuado para realizar el trabajo de la fábrica de tal manera que se equilibre el consumo de cloro para la sección de blanqueo y de soda cáustica compensatoria en la sección de lejiación. Como es natural, esto podría obligar a utilizar el método a la soda o alguna de sus variantes, como el procedimiento mecanoquímico.

Cuando el costo del sulfato de sodio es bajo y el cloro es caro, puede ser necesario instalar una planta electrolítica para la labor de blanqueo. En tal caso se podría vender el exceso de soda cáustica de la planta electrolítica y utilizar el sulfato de sodio como sustancia química compensatoria para el procedimiento al sulfato o cualquiera de sus modificaciones; este método de trabajo podría resultar de particular utilidad en las zonas donde se produce sulfato de sodio como subproducto de otras industrias, como la del rayón. En tal caso, el subproducto —sulfato de sodio— de las instalaciones químicas existentes podría intercambiarse por la soda cáustica de la planta electrolítica de la fábrica de celulosa, en una proporción muy favorable.

Si se utiliza uno de los procedimientos alcalinos, también debe considerarse el costo de la cal, factor que puede deter-

minar si se justifica la instalación de un horno de cal, además de la planta de recuperación de la fábrica.

Pueden citarse muchos otros ejemplos acerca de la importancia del costo relativo de los reactivos, en la elección de procedimientos y equipo. En todo caso, es evidente la necesidad de que personal capacitado realice un estudio a fondo sobre cada proyecto antes de tomar una decisión definitiva.

d) Disponibilidad y costo del combustible puesto en fábrica

Si se desea usar el bagazo como materia prima, puede determinarse su costo casi exclusivamente sobre la base del costo del combustible que lo reemplaza en el ingenio. Si el costo de éste es demasiado alto, puede ser necesario descartar enteramente la posibilidad de utilizar el bagazo.

Algunos procedimientos requieren mayor cantidad de vapor y electricidad que otros, de modo que el alto costo del combustible puede hacer que se prefiera aquél en que el consumo de vapor y electricidad es menor. Por otra parte, si el costo del combustible es reducido, este factor influirá muy poco en la selección del procedimiento.

El costo del combustible también puede determinar si la fábrica ha de contar con su propia central eléctrica o sólo con una instalación de vapor de baja presión para fines térmicos. Puede ser causa determinante de la instalación, dentro del sistema de recuperación química, de una caldera, a fin de aprovechar la combustión de los residuos, o el factor que permitirá decidir si una instalación electrolítica puede o no funcionar económicamente. También puede influir sobre el costo de instalación de un horno de cal y equipo de otra índole que es necesario considerar.

e) Disponibilidad y costo de la energía eléctrica comprada

La disponibilidad y el costo de la energía comprada pueden influir en forma muy importante en la selección del equipo y el procedimiento adecuados. La energía hidráulica barata puede hacer innecesaria la instalación de una central eléctrica dentro de la fábrica, o a causa de tal factor puede ser conveniente integrar dicha central con la instalación de vapor sólo para las necesidades de la fábrica de celulosa, dejando la energía comprada únicamente para la planta electrolítica.

En cambio, el alto costo de la energía comprada puede determinar la necesidad absoluta de establecer instalaciones completas para generarla. Esta condición, más el alto costo del combustible, podría influir sobre la selección del procedimiento y del equipo, con el fin de reducir al mínimo el consumo de energía. Puede aún redundar en el empleo de mano de obra en vez de equipos de tipo mecánico que se utilizan corrientemente en la mayoría de las fábricas de celulosa modernas.

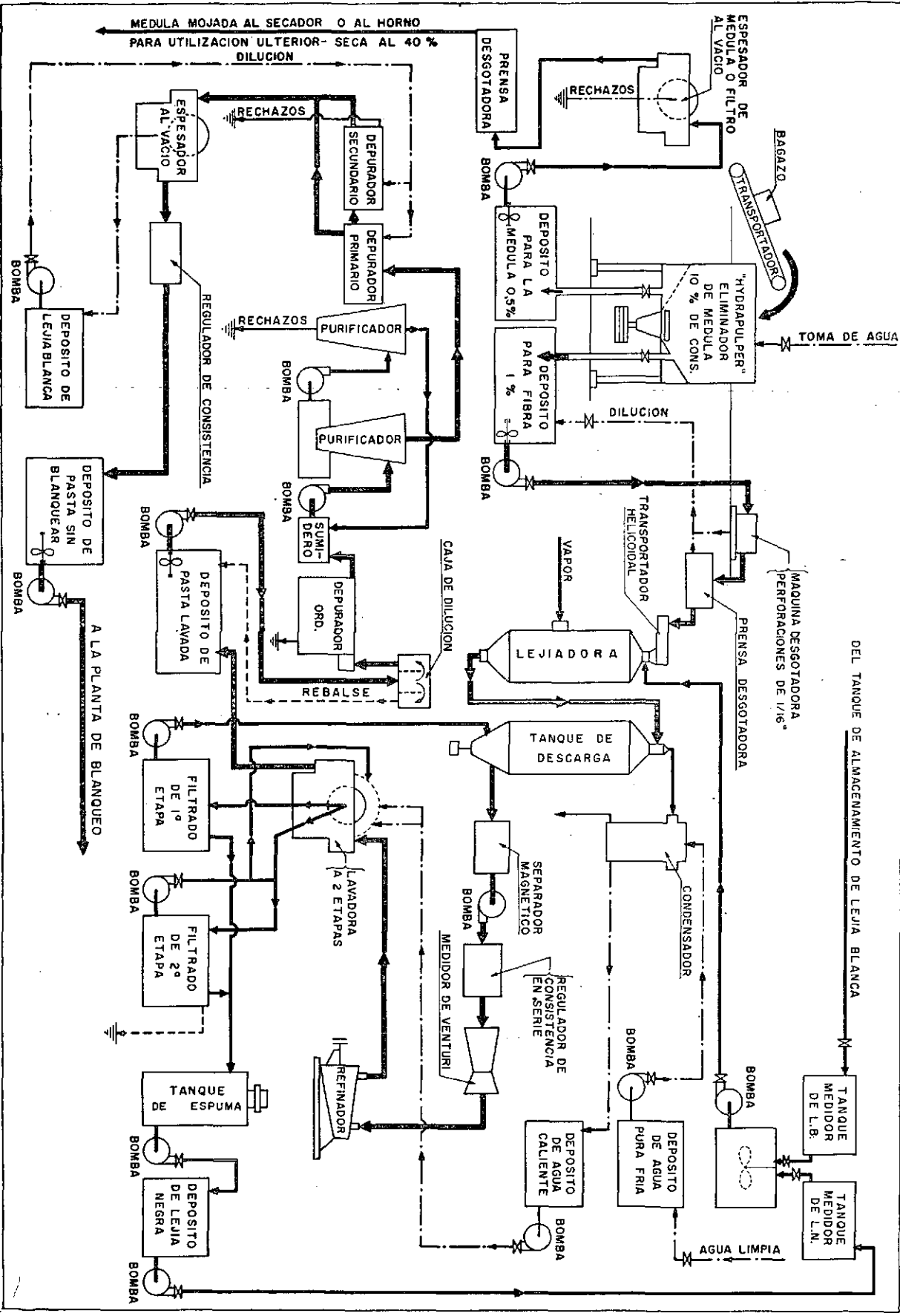
f) Disponibilidad y costo de la mano de obra en la región

Cuando la mano de obra es cara, y el combustible y la energía, de costo moderado, convendrá analizar cada procedimiento para determinar cuál requiere menos mano de obra. Debe escogerse todo el equipo teniendo en cuenta este factor, y, en lo posible, se tratará de controlar el trabajo de la fábrica por medios automáticos y mecánicos. Los sistemas de manejo de materiales contarán con los medios posibles para ahorrar mano de obra y la energía reemplazará al trabajo humano en toda la fábrica, se utilizará al máximo todo instrumento que tienda a reducir aún más la mano de obra.

Por otra parte, cuando la mano de obra es barata, pero

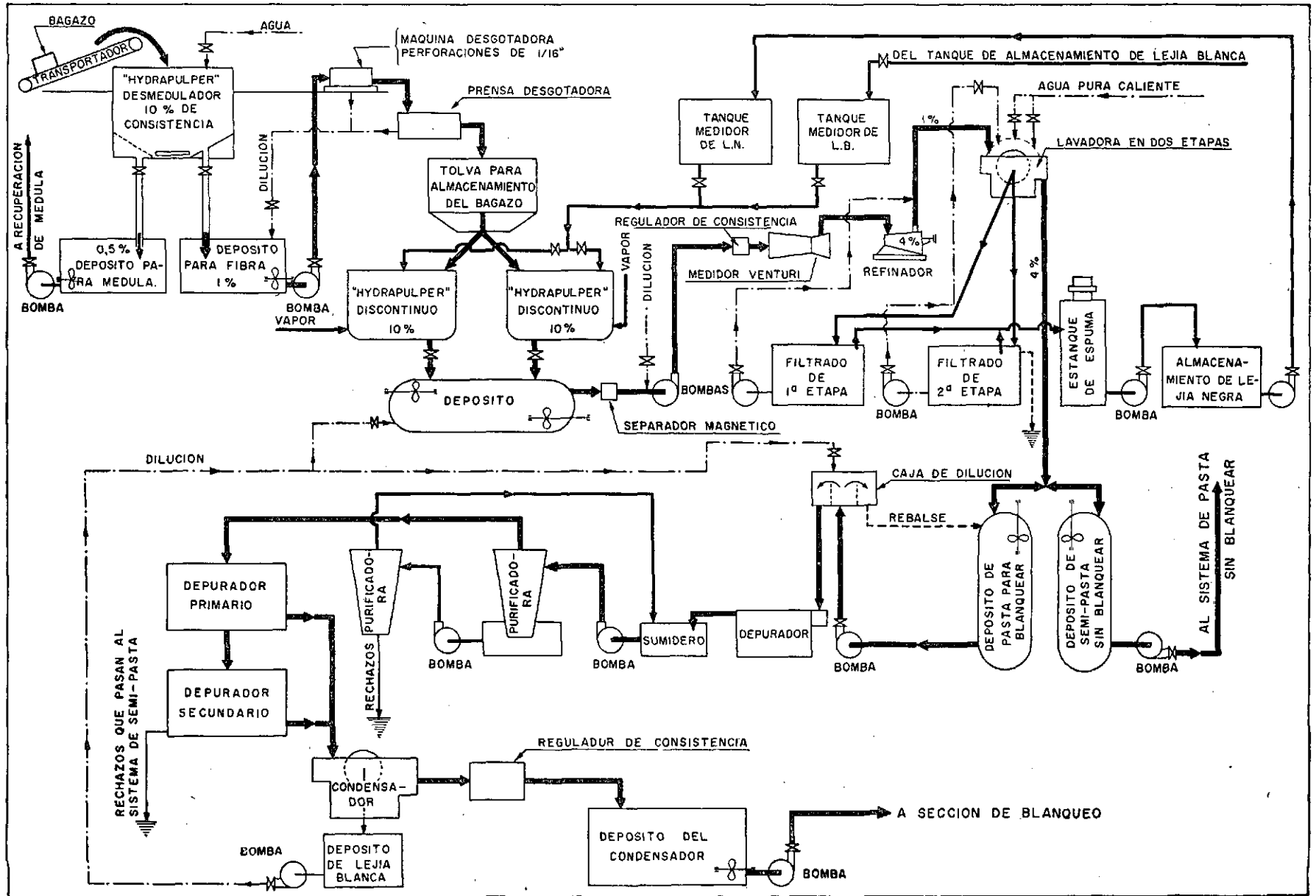
Esquema 1

ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO PARA TRATAR EL BAGAZO EN LEJADORAS DE PRESION



Esquema 2

ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR PASTA POR EL METODO MECANOQUIMICO



el combustible y la energía no lo son, habrá que adoptar el criterio opuesto. Podría entonces elegirse un procedimiento que requiera un alto consumo de mano de obra y bajo costo de energía.

g) *Disponibilidad y costo de un adecuado abastecimiento de agua*

Si bien, cuando se aprovecha el agua en forma adecuada, puede considerarse que casi todos los procedimientos requieren aproximadamente la misma cantidad, el grado de pureza del agua puede influir sobre un procedimiento más que sobre otro. En consecuencia, si el costo de la purificación del agua es elevado, este factor puede ejercer cierta influencia en la elección del procedimiento. Además, puede influir sobre la selección del tipo de pasta que se desea fabricar y limitar los tipos que pueden fabricarse económicamente en determinada zona.

h) *Medios y costo de eliminación de las aguas servidas*

Cualquiera que sea el procedimiento adoptado, debe contrastarse con medios apropiados para la eliminación de las aguas servidas. Como el problema del desalojamiento de desechos es mayor en el caso de algunos procedimientos y sus variantes que en otros, este factor suele ser de gran importancia en la selección del procedimientos y equipo.

Si los medios de eliminación de desperdicios son limitados y el costo correspondiente es alto, podría resultar indispensable el sistema de recuperación química para reducir el desalojamiento a un mínimo. Por la misma razón podría ser absolutamente necesario instalar un horno de cal, de modo que los residuos de ésta no presenten problema alguno.

Si la fábrica se instala, por ejemplo, sobre un gran río en el cual no hay peligro de contaminación de aguas, la importancia de este factor puede ser secundaria. Sin embargo, el problema debe investigarse en todos sus aspectos, teniendo en cuenta las perspectivas a largo plazo, así como las circunstancias actuales, antes de tomar una decisión definitiva sobre el procedimiento que conviene a determinada fábrica.

i) *Costo del bagazo puesto en fábrica*

Si bien en algunos lugares el costo del bagazo no guarda relación con el procedimiento empleado, este factor debe evaluarse cuidadosamente, porque el rendimiento de pasta varía considerablemente de un procedimiento a otro. Por tanto, el costo del bagazo puede ser de influencia mucho más importante en algunos procedimientos que en otros, para el cálculo del costo general de producción.

Si es elevado el costo del bagazo puede ser preferible aquel procedimiento que rinda mayor cantidad de pasta. Cuando el bagazo es barato y hay un excedente disponible, este factor puede perder casi toda su significación ante otros factores que deben ser tomados en cuenta.

j) *Tipo de celulosa, papel o cartón que se proyecta fabricar*

En la selección del procedimiento ejercen una influencia decisiva el tipo de celulosa, papel y cartón en que se ha de convertir la pasta. La obtenida con cada uno de los procedimientos mencionados posee características propias que difieren de las de la pasta producida por los otros métodos. En algunos casos estas diferencias son notorias y deben ser analizadas a fondo si se ha de elegir el procedimiento adecuado para obtener el producto o los productos finales deseados.

Por ejemplo, con un método se puede fabricar pasta suave y voluminosa, de gran opacidad, excelente para papel de impresión o de libros, pero completamente inapropiada para los que requieren alta resistencia, como el papel cristal. Otra pasta puede tener todas las características necesarias para fabricar ciertos papeles delgados, pero por lo quebradiza o carente de resistencia al plegado, puede no servir para fabricar papeles más gruesos o cartones plegables, en los que reviste importancia ese factor. Mediante un procedimiento se puede producir pasta excelente para papel cristal, pero por su falta de opacidad, esta misma pasta puede ser un fracaso completo aplicada a la fabricación de papel para libros.

En ciertos casos en que para fabricar un producto final de poca resistencia, es necesaria la pasta no blanqueada de un grado de blancura bastante elevado, el método ideal sería el procedimiento al monosulfito. Por otra parte, si se desea fabricar productos no blanqueados de alta resistencia y resistencia al plegado, y si el color tiene poca importancia, el más apropiado sería el método mecanoquímico.

Cuando se desea producir diversas clases de papel y cartón y cada una de ellas requiera pasta de características especiales pero diferentes, es necesario escoger el método y el equipo que permita el mayor grado de flexibilidad, de manera que, al variar debidamente las condiciones puedan producirse los tipos de pasta apropiados. Esta situación particular —en realidad común a todos los sistemas— requiere un estudio sumamente cuidadoso por expertos en la elaboración de residuos agrícolas. Para una fábrica especializada de este tipo, la selección de un procedimiento y un equipo que no permitan obtener este grado de flexibilidad cuando se fabrican pastas de características bien diferenciadas, podría motivar fácilmente el fracaso inmediato de la empresa.

En resumen, la selección de procedimientos y equipo para establecer una fábrica de celulosa a base de bagazo depende de numerosos factores técnicos y económicos interdependientes los que deben considerarse detenidamente en su relación con el lugar de emplazamiento de la fábrica respectiva antes de tomar una decisión final. Al comparar los diversos procedimientos y equipos correspondientes a cualquier proyecto, conviene recordar las advertencias siguientes:

1) Evítense los procedimientos que requieren equipo de costo muy bajo, ya que éste puede resultar de inferior calidad, ocasionar desperfectos en el trabajo y elevar los costos de operación;

2) Téngase cuidado con las promesas de rendimientos excesivamente altos, porque la pasta resultante puede ser de muy baja calidad;

3) Desconfíese de los procedimientos que, según se pretende, producen pasta de alta calidad, con alto rendimiento y a bajo costo, sin separar la médula del bagazo;

4) Desconfíese de los procedimientos o cotizaciones que fijan costos de producción demasiado bajos en comparación con los de competidores honorables, ya que estas diferencias marcadas simplemente no existen;

5) No se sigan las sugerencias de personas que no han tenido experiencia en la fabricación de celulosa a base de bagazo;

6) No se crea en los procedimientos secretos, porque en general no lo son, sino que constituyen simplemente versiones nuevas de métodos antiguos, que nada agregan para mejorar la calidad del producto o reducir el costo de producción, en comparación con los bien conocidos, en los cuales no se pretende ocultar secreto alguno, porque no lo hay.

EXPERIENCIA EN LA FABRICACION DE PAPEL A BASE DE BAGAZO¹

Cellulose Development Corporation

I. ANTECEDENTES

El primer procedimiento intentado para fabricar pasta de bagazo data de 1838, y el primer ensayo comercial para emplear el bagazo en la fabricación de papel se atribuye a Francia y parece remontarse a 1844. En los últimos años, el rápido aumento de la demanda mundial de celulosa ha hecho que se preste creciente atención a la posibilidad de emplear el bagazo para fabricar papel, sobre todo de diario. La producción mundial de pasta ha aumentado desde un total estimado en 8,3 millones de toneladas en 1913 hasta 36,3 millones de toneladas en 1952. Considerando solamente los 25 últimos años, el aumento de la producción y el consumo de celulosa de madera varía desde un promedio anual de 13,6 millones de toneladas en los años 1925-27 a 36,0 millones de toneladas en 1950-52. Es interesante señalar que la madera necesaria para la producción de celulosa en 1952 representó nada menos que el 20 por ciento del total mundial de maderas cortadas para usos industriales y que el 95 por ciento provenía de maderas blandas (coníferas).

Este rápido desarrollo de la industria de la celulosa en el mundo se ha logrado en forma predominante en regiones de elevado consumo de papel y cartón, como son América del Norte y Europa, en donde se encuentra establecido el 90 por ciento de la industria mundial de celulosa de madera. Si se incluye Oceanía (Australia, Nueva Zelanda, etc.), continente en el que se registra un alto nivel de consumo de papel y cartón, el total de la población de esas regiones sería aproximadamente de 600 millones; el consumo de ambos artículos puede muy bien aumentar en el futuro. Esta cifra de 600 millones contrasta con la de 1.800 millones que, según se estima, corresponde al resto de las regiones del mundo, las cuales tienen actualmente un bajo consumo por habitante. Como estas últimas regiones pueden mejorar su nivel de vida y su desarrollo industrial, no cabe duda de que aumentará también en ellas el nivel de consumo de papel y cartón.

Además del problema de si los países mencionados podrán confiar en que las regiones que siempre han tenido buena producción los provean de la pasta de madera que requieren, se plantea también el de obtener las divisas necesarias. Este último problema constituirá en muchos países un fuerte incentivo para abastecerse a sí mismos.

Lo anterior justifica en parte el gran esfuerzo efectuado por explotar nuevas fuentes de materias primas fibrosas y el gran interés con que se considera la posibilidad de producir celulosa de maderas duras y residuos agrícolas. El bagazo de la caña de azúcar, casi más que cualquiera otra fibra agrícola, es una buena materia prima para fabricar celulosa. Sin embargo, hasta poco antes de la segunda guerra mundial los únicos proyectos comerciales satisfactorios, dentro de una larga serie de tentativas para elaborar pasta de bagazo, fueron algunas fábricas de planchas de fibras, de las cuales las de mayor éxito elaboraban un tipo de cartón aislante.

En América Latina también se han conocido fracasos costosos. En 1939 se produjeron en el mundo tres hechos muy interesantes, aunque aparentemente independientes. En el Perú, en ese año, la firma W. R. Grace empezó a poner en marcha la fábrica de papel más importante del país, empleando el bagazo como materia prima principal. Dicha fábrica ha continuado trabajando con éxito, deja utilidades y produce un amplio surtido de papeles y cartones incluso papel de diario. No produce pasta blanqueada en escala comercial, pero su contribución ha sido significativa pues ha demostrado que el bagazo, combinado con buena proporción de pasta de madera de fibra larga, puede emplearse con éxito en la fabricación de sacos de papel de pliegos múltiples. En el procedimiento de elaboración, que es una modificación del procedimiento discontinuo a la soda, se agregan pequeñas cantidades de azufre a la soda cáustica, lo cual le da algunas de las ventajas del procedimiento al sulfato.

También en 1939, la fábrica Tatu, situada cerca de Taichung en Formosa, empezó a producir pasta de bagazo blanqueada; en fecha anterior, los japoneses que estaban entonces en posesión de la isla, habían efectuado diversos experimentos y trabajos al respecto en una planta piloto. Un año después, comenzó a funcionar una fábrica más grande en Hsinying, Tainan. En estas dos fábricas de Formosa se empleó el procedimiento ácido al sulfito de magnesio, que desde el punto de vista económico se adaptaba relativamente bien a la magnesita proveniente de Manchuria y al azufre de Taipei. Con tal procedimiento no se obtuvo pasta blanqueada de alta calidad; no obstante, hasta que las fábricas quedaron fuera de servicio por los bombardeos de los aliados, se exportó en grandes cantidades a Japón, China y países del Pacífico meridional para aliviar la escasez de celulosa ocasionada por la guerra. Después de la guerra, no se ha reanudado la elaboración de celulosa de bagazo en la fábrica de Tatu; en la de Hsinying se ha substituido el procedimiento ácido al sulfito por el del sulfito neutro de sodio. De esta manera, aunque las fábricas de Taiwán fueron las primeras en producir pasta de bagazo blanqueada en escala comercial, no puede decirse que gracias a ellas se haya dado solución satisfactoria al problema. Esta se logró, sin embargo, con el tercer acontecimiento que se produjo alrededor de esa época.

Como resultado de cinco años de actividad desplegada por la Compañía General de Tabacos de Filipinas y la Central Azucarera de Bais, la Compañía de Celulosa de Filipinas puso en marcha, en febrero de 1941, una fábrica con capacidad para 15 toneladas diarias de pasta de bagazo blanqueada y papel fino, empleando el procedimiento soda-cloro continuo, denominado en la actualidad el procedimiento Celdecor-Pomillo. Esta fábrica trabajó muy bien desde sus comienzos y con bagazo (al que se agregaba no más del 10 por ciento de pasta de madera importada) producía unas 1.500 toneladas de papel para billetes y acciones que vendía al gobierno de Filipinas. A los pocos meses de actividad la invasión japonesa interrumpió la labor de la fábrica la que no pudo ser reanudada hasta abril de 1949. Desde esa fecha la fábrica ha continuado funcionando con éxito y en

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.5.7.

1953 alcanzó su mayor cifra de producción, algo más de 5.000 toneladas de papel para billetes y acciones y 1.000 toneladas de cartón gris elaborado con la misma pasta blanqueada.

Se puede decir, por lo tanto, que esta fábrica ha hecho historia por haber sido la primera en producir con buenos resultados y en forma económica pasta de bagazo blanqueada para papeles finos sin cambiar su procedimiento básico. Elabora los productos químicos que necesita mediante electrolisis de la sal común y cuenta con un pequeño excedente de cloro que es absorbido por una fábrica local de ácido clorhídrico.

A mediados de 1954, a las existentes se sumaron otras fábricas que producían pasta de bagazo blanqueado empleando igualmente el procedimiento Celdecor-Pomilio. Una de ellas está en la India (Rohtas Industries Ltd., Dalmianagar, Bihar) y la otra en Brasil (Fábrica de Cellulose e Papel "Piracicaba", Monte Alegre, Estado de São Paulo). Además, Celulosa Argentina S. A., la fábrica más antigua y más grande que aplica el procedimiento Pomilio, es capaz de elaborar pasta de bagazo y en realidad la ha hecho, a pesar de que su materia prima principal es la paja de cereales. Por lo tanto, en la actualidad hay cuatro fábricas que producen pasta de bagazo blanqueada, tres de las cuales emplean el procedimiento Celdecor-Pomilio. Otras dos habrán de iniciar en breve la producción. Una de ellas situada en Louisiana, Estados Unidos, empleará un procedimiento desarrollado por la Valite Corporation; la otra, en México, utilizará el método Celdecor-Pomilio.

Además de las ya señaladas, diversas fábricas establecidas en Argentina, Colombia, México y Perú (aparte de la fábrica de Grace) producen semipulpa no blanqueada para papeles corrientes y cartones. En Africa del Sur hay dos. En total hay actualmente alrededor de una docena de fábricas de papel y celulosa en varias partes del mundo que emplean el bagazo como materia prima; hay además, otras que pronto iniciarán su producción. Por lo tanto, se puede afirmar sin lugar a duda, que ha llegado la era del bagazo en la fabricación de papel.

2. DISPONIBILIDAD DEL BAGAZO

El contenido de azúcar y de fibra en la caña es muy variable, pero cada uno de esos productos representa aproximadamente el 13 por ciento de la caña. Por lo tanto, en términos generales puede decirse que el peso en seco del bagazo producido en las fábricas con tachos al vacío es equivalente al tonelaje de azúcar cruda elaborada. En los lugares donde se emplean procedimientos agrícolas rudimentarios o en los que el contenido de azúcar de la caña es bajo debido a condiciones del clima y otros factores, se producirá de preferencia mayor cantidad de bagazo seco que azúcar; de este modo, la proporción mundial por término medio se considera algo superior a 1:1.

Se ha estimado en 25,3 millones de toneladas la producción mundial de azúcar de caña en 1953/54. Descontando unos 3,5 millones de toneladas de "gur" (azúcar no elaborada en fábricas con centrifugas) producida en la India, se obtiene un total de 21,8 millones de toneladas de azúcar, que equivaldrían aproximadamente a 22,5 millones de toneladas de bagazo seco. Se trata pues de recursos potenciales enormes, de los cuales más de la mitad se encuentran en América del Norte y del Sur y en el Caribe. En los ingenios azucareros suele emplearse el bagazo para producir energía y el vapor que requiere el procedimiento. En muchos casos el sistema térmico está

diseñado para consumir la mayor cantidad posible de bagazo con el objeto de evitar las molestias y gastos que ocasionaría el empleo de otros métodos para eliminarlo.

Son diversas las opiniones sustentadas acerca de la cantidad de bagazo disponible; la firma Celdecor ha examinado este problema en varias partes del mundo y se ha formado la impresión de que en los lugares donde no se ha comprobado todavía la existencia de un excedente suele ser posible sugerir la manera de liberar una cantidad suficiente de bagazo que permita abastecer una fábrica de celulosa de tamaño económico. Si se aumenta el rendimiento de la caldera y se aprovecha el vapor con más eficacia, un ingenio azucarero podrá economizar entre un tercio y un cuarto de su bagazo para destinarlo a la elaboración de celulosa.

En esas condiciones, tal ingenio azucarero podría proporcionar a una fábrica de papel y celulosa solamente el excedente de bagazo, como lo hace la Central de Bais en las Filipinas, que entrega la totalidad del bagazo a una fábrica que produce 15 toneladas diarias de celulosa blanqueada. Por otra parte, se puede reunir el excedente de dos o tres ingenios y entregarlo a una fábrica de celulosa, como se hace en Formosa (aunque en este caso se quema también carbón pulverizado)..

Si se considera que el tamaño económico mínimo de una fábrica de pasta corresponde a una producción de 20 toneladas (por 24 horas) de celulosa secada al aire, las necesidades mínimas de bagazo (con una humedad de 45 por ciento) serán las siguientes:

Semipulpa papa papeles corrugados, cartones, etc.	17.000 toneladas
Semipulpa para papel de envoltura, papel para sacos, etc.	20.000 toneladas
Pasta blanqueada para papeles finos (de imprenta, de escribir, etc.)	32.000 toneladas

Si las cantidades precedentes no se pueden obtener haciendo economías únicamente, convendrá entonces considerar la posibilidad de sustituir el bagazo por otros combustibles. En el cuadro siguiente se indican las cantidades relativas necesarias, tomando en cuenta el poder calorífico superior y la eficiencia normal de combustión:

	Cantidades comparativas de combustible para una misma cantidad de vapor	
1. Bagazo húmedo (45 por ciento de humedad)	1,0	(parrilla escalonada)
2. Carbones inferiores	0,33	
3. Carbón término medio	0,27	
4. Petróleo	0,175	

3. ENFARDADO Y ALMACENAMIENTO

a) Costo del bagazo no enfardado

El costo del bagazo húmedo y no enfardado para la fábrica de celulosa varía entre cero (o un valor negativo considerando las economías que se derivan de no quemar el excedente en un incinerador) y el costo del combustible de sustitución.

Frecuentemente se puede esperar que el costo del bagazo represente un valor intermedio entre ambos, pues probablemente los suministros destinados a la fábrica serán en

parte excedentes y en parte bagazo, para el cual ha de encontrarse un combustible sustitutivo.

En general, es ventajoso el cambio por otros combustibles ya que aparte del problema del aumento de la eficiencia de la caldera, tales combustibles son más manejables que el bagazo y permiten obtener economías cuando fluctúa la demanda de vapor de la fábrica de azúcar.

b) Costo de enfiado y de almacenamiento

Los costos de enfiado del bagazo en el ingenio azucarero, de almacenamiento hasta que se seque y de transporte hasta la fábrica de celulosa deben agregarse a ese costo negativo, nulo o de sustitución del bagazo.

En Estados Unidos, en 1950, el costo del enfiado y apilado, de cubrirlo en el terreno para secarlo y desapilarlo de nuevo en los camiones, era de 7,15 dólares por tonelada métrica de fibra completamente seca. En la India y Filipinas, donde los salarios son más bajos, se podrá estimar ese costo en 6 dólares (con 12 por ciento de humedad). Este costo debe agregarse al del bagazo húmedo. Para abastecer durante todo un año a una fábrica de 24 toneladas diarias de pasta de bagazo blanqueada bastarán tres enfiadores de alta presión, con una capacidad de cerca de 4.000 fardos de bagazo húmedo cada 24 horas (150 a 160 toneladas), atendidos por un equipo de tres hombres por turno, que trabajen durante la zafra.

c) Amarrado

Cuando el bagazo deba ser transportado a una distancia considerable es necesario enfiarlo y prensarlo fuertemente y amarrarlo con alambre bien galvanizado. Por la escasez de divisas no siempre es fácil conseguir alambre adecuado y en tal caso habrá que aprovechar fibras como las del sisal, yute, abacá, etc., que comúnmente crecen en las regiones azucareras o vecindades, o también hierbas o paja.

d) Apilado

No son muy corrientes los casos de incendio de pilas de bagazo enfiado. Para facilitar el secado, se acostumbra apilar los fardos dejando espacios de aire entre uno y otro. En Formosa se sigue este procedimiento; en cambio en una fábrica de la India, los fardos se apilan sin dejar ningún espacio entre ellos, a pesar de lo cual conservan un buen color, indicación de que no se ha producido sobrecalementamiento. Es indudable que la posibilidad de un incendio por causas accidentales (chispas de locomotora, cigarrillos, etc.) es mucho menor cuando los fardos se apilan apretadamente, pues entonces el fuego se limita al exterior de la pila.

Es imposible generalizar acerca del problema de cubrir las pilas, pues ello depende del costo relativo del bagazo y del material destinado a cubrirlo así como de las condiciones climáticas. En Formosa se cubre el bagazo con esteras; en Filipinas se emplea una estructura semi-permanente de andamios techados con palma, y en la India, una cubierta permanente de cemento y asbesto sobre armaduras de acero. En otros lugares las pérdidas de bagazo en pilas no cubiertas pueden ser menores que los gastos necesarios para cubrirlas.

4. ELABORACIÓN DE PASTA DE BAGAZO

a) Separación de la médula

Una de las dificultades para preparar pasta de bagazo era la gran proporción de médula que contenía el mate-

rial, la cual puede llegar a representar hasta el 40 por ciento del total. A pesar de su longitud, que en general varía entre 1 y 1,5 milímetros (en comparación con 3 a 4 milímetros en el caso del pino o el abeto), las fibras de bagazo son fuertes y flexibles y poseen buenas propiedades fieltantes. En cambio, la médula está constituida por fibras muy cortas y sus propiedades fieltantes son deficientes. Además, la médula reduce el desgote en la máquina de papel, hace que éste se pegue en los rodillos de las prensas, reduce la velocidad de fabricación, altera el blanqueado y la apariencia general de la pasta y aumenta el consumo de agentes químicos.

Por otro lado, si fuera posible eliminar la totalidad de la médula, el rendimiento en pasta sobre el peso del material original seco bajaría a una cifra algo inferior al 30 por ciento, incluso considerando que se obtenga un 50 por ciento de rendimiento de fibra útil, que puede alcanzarse en la práctica. Sin embargo, tratándose de pasta blanqueada para la manufactura de papeles finos, es necesario eliminar parte de la médula, generalmente algo más del 20 por ciento.

Se ha elaborado pasta de bagazo no blanqueada para papeles corrugados y otros productos corrientes sin separar la médula. Se recomienda, sin embargo, eliminarla en parte cuando se deseé fabricar papeles inferiores, aunque no necesariamente tratándose de cartón. En tal caso, el rendimiento será menor, pero el funcionamiento más eficaz de las máquinas de papel y la calidad superior del producto obtenido justifican ampliamente la eliminación de parte de la médula.

Un factor importante consiste en saber el empleo que se puede dar a la médula separada. Se han desarrollado varias fórmulas de empleo, entre las cuales la más conocida consiste en mezclarla con melaza para preparar alimento para el ganado. La médula puede también quemarse en las calderas de la fábrica, puesto que su poder calorífico es sólo algo menor que el del bagazo entero.

Existen dos métodos para la separación de la médula: el húmedo y el seco. En el procedimiento húmedo, el bagazo suspendido en agua se agita vigorosamente para despegar la fibra de la médula, la que luego se separa en el depurador. Esta última operación puede ocasionar dificultades por el hecho de que el bagazo y la médula quedan saturados con agua y puede ser necesario aprensarlos.

En cuanto al método seco, los fardos de bagazo seco se cargan en un desintegrador especial, seguido de otros dispositivos que permiten separar la médula por tamizado y soplado de aire. Este método tiene la ventaja de que la médula se obtiene seca al aire y puede emplearse directamente en las calderas de la fábrica.

b) Procedimiento para elaborar la pasta

Parece que no es necesario establecer un procedimiento especial para el bagazo; una vez eliminada la médula, el bagazo reacciona de una manera similar a las pajas de cereales y, en términos muy generales, puede decirse que un procedimiento satisfactorio para la paja deberá serlo también para el bagazo, con la salvedad de que el grado de tolerancia de éste es más limitado. Si bien la corteza de la caña de azúcar es más difícil de tratar que la mayoría de las pajas de cereales, el procedimiento que ha de aplicarse a la primera no debe ser tan enérgico que fragmente la gran cantidad de material celular presente en el bagazo. El procedimiento al sulfato se ha usado con éxito para producir celulosa de paja blanqueada, y, según parece, podría emplearse igualmente con bagazo.

En una investigación de laboratorio en que se ensayaron siete métodos diferentes para producir pasta de bagazo de fácil blanqueo, con el mínimo de consumo de productos químicos, los más adecuados resultaron ser los procedimientos al sulfato, Pomilio y al monosulfito de sodio. Según las cifras dadas, el mayor rendimiento se obtiene por este último procedimiento, pero debe tenerse en cuenta que la pasta producida mediante el procedimiento al monosulfito de sodio contiene generalmente hasta 10 por ciento de cenizas.

Para una fábrica es importante producir sus propios productos químicos e independizarse, por lo tanto, de fuentes externas de abastecimiento, especialmente en los países que carecen de una industria química desarrollada. Tal oportunidad se presenta en las fábricas que emplean el procedimiento Celdecor-Pomilio en el cual se utiliza soda cáustica y cloro no sólo en las proporciones sino también en las condiciones en que se producen en las celdas electrolíticas.

Conviene indicar, sin embargo, que una planta electrolítica que fabrica productos químicos en exceso puede motivar la creación de una industria subsidiaria bien organizada, posibilidad que ha quedado plenamente demostrada en Argentina, donde Celulosa Argentina está dedicada a la producción de álcali, cloro, hipocloritos, cloratos, hidrógeno, amoníaco y fertilizantes, compuestos orgánicos clorados, etc.

En resumen, no es posible ni conveniente sostener que determinado procedimiento es siempre mejor que otro, pues ello depende en gran parte de las condiciones locales como la disponibilidad de soda cáustica, de azufre, de sal común, la eliminación de desechos, la posibilidad de tratar también madera o bambú en la misma fábrica, etc. Por otra parte, como lo demuestra la experiencia, siempre se corre cierto riesgo al instalar una primera fábrica comercial basándose sólo en técnicas desarrolladas en laboratorio o incluso en instalaciones pilotos.

Lo anterior ha podido comprobarse en el terreno de la producción de alfacelulosa, en el cual se han experimentado costosos fracasos al tratar de fabricarla a partir del bagazo; el rendimiento es bajo y el producto obtenido puede no ser satisfactorio. Aun cuando puede fabricarse alfacelulosa a base de paja o bagazo, será necesario realizar todavía mayores experiencias en laboratorios e instalaciones pilotos.

c) *Papel de diario*

En cuanto al papel de diario, la situación es similar a la que se presenta respecto a la celulosa para rayón. La Cellulose Development Corporation ha fabricado papel de diario con una alta proporción de bagazo y dicho papel se ha empleado con éxito para imprimir ediciones especiales de periódicos. El problema reside en que el bagazo y la paja, que deben tratarse mediante procedimientos químicos, están en una situación de gran desventaja cuando se trata de fabricar un producto similar al papel de diario normal que contenga cerca de 85 por ciento de pasta mecánica. Es natural que un procedimiento químico, que arroja un rendimiento de cerca de 50 por ciento, sea casi siempre más caro que el mecánico, cuyo rendimiento sobrepasa el 90 por ciento. En otros aspectos, como la opacidad y la absorción de tinta, el papel de diario de bagazo y de paja se compara desfavorablemente con el de pasta mecánica de madera.

Se estima que puede ser económico combinar la producción de cierta cantidad de papel de diario con la de otros

tipos de papel y cartón en una fábrica de producción múltiple, cuando existen ciertas circunstancias especiales como fletes caros desde las fuentes normales de suministro de papel de diarios, tarifas de importación elevadas, falta de divisas u otros factores que obligan a procurar un autoabastecimiento nacional. En general, sin embargo, no se recomienda el bagazo para la fabricación de rayón o papel de diario. Su campo de aplicación está en otros papeles y cartones que llenan un amplio margen de calidades, y para los cuales ya ha sido probado con éxito.

5. APLICACIONES Y PRODUCCIÓN DE LA PASTA DE BAGAZO

Como en el caso de la paja, es probable que el empleo que se dé a la pasta de bagazo se generalice con la práctica. Por sus propiedades, es limitado el surtido de papeles que puede elaborarse sin agregar otras fibras a las del bagazo, que son de resistencia moderada y de bastante dureza. Entre los papeles blancos de bagazo, los de mayor éxito son los de escribir (en los cuales se puede emplear hasta un 90 por ciento de bagazo), y entre los cafés, los corrugados. Para la mayoría de los papeles de imprenta es conveniente agregar algo más de 10 por ciento de otras fibras para dar suavidad. También debe añadirse fibras largas a los papeles para sacos y de envolver, con objeto de hacerlos resistentes al desgarramiento.

Mezclada con otras pastas, la de bagazo tiene gran variedad de aplicaciones. Al igual que la paja y el esparto, el bagazo posee ciertas cualidades propias que hacen de él un elemento indispensable en la fabricación de papel y no un simple sustituto de otras fibras. La fibra del bagazo que es relativamente corta, puede aprovecharse ventajosamente, por ejemplo, para fabricar papeles finos con pasta blanqueada; su longitud especial da al papel buena apariencia y resistencia, que sólo podría obtenerse con pasta de madera después de considerable refinado o acortamiento de las fibras. Debido a su buena formación en la máquina, la mezcla de pasta de bagazo con pasta de madera requiere menos refinado que la que exige esta última sola. Las fibras pequeñas dan una hoja de papel firme, particularmente adecuada para papel de escribir. En la fábrica de Filipinas se ha aprovechado muy bien tal cualidad, y los productos que en ella se elaboran se mantienen en el mercado interno a pesar de la libre competencia de las grandes fábricas norteamericanas. La mencionada fábrica está situada junto a un ingenio azucarero y produce buen papel con no menos de 90 por ciento de pasta de bagazo; el resto es pasta de madera o desechos de buena calidad. Estos papeles poseen un color blanco satisfactorio; son bastante fuertes, limpios y —lo que es notable— están casi totalmente libres de las imperfecciones que producen en la superficie los haces de fibras, que generalmente aparecen como puntos débilmente brillantes en la superficie del papel.

Reviste gran importancia la eliminación de estos haces de fibras que no pudieron disgregarse, y que muy bien conocen los fabricantes de pasta de residuos agrícolas. Proviene de la estructura heterogénea de las gramíneas, a cuya familia pertenecen la paja de cereales, la caña de azúcar y el bambú. Los puntos de mayor crecimiento —nudos, brotes y puntas— contienen algunas partes más difíciles de digerir que el resto de la planta.

Hay tres maneras de solucionar el problema. La primera consiste en tratar químicamente la totalidad de la materia prima con fuerza suficiente para disgregar las partes duras; con tal método habría el peligro de que el resto de la

parte quede demasiada atacada. Otra solución consistiría en separar las partes duras por tamizado y emplearlas en la fabricación de papeles de tipo inferior. El tercer método consistiría en cocer debidamente toda la materia prima y después separar por tamizado las partes duras para volver a tratarlas por medios químicos. Esta es la modalidad de trabajo de las fábricas Celdecor-Pomilio, excepto cuando existe la posibilidad de emplear los desechos en la fabricación de otros tipos de papel.

La fábrica de la India, la segunda instalación Celdecor-Pomilio construída exclusivamente para producir pasta de bagazo blanqueada, tuvo que hacer frente a dificultades hasta entonces no experimentadas debido a la aparición inesperada de cañas duras. Para resolver tales dificultades fueron necesarias algunas modificaciones y hoy día la mencionada fábrica obtiene resultados superiores a los de la planta de Filipinas, satisfactoriamente en marcha.

Cabe mencionar en seguida la fábrica de bagazo de Ngoye, que también es una instalación Celdecor y que comenzó a funcionar en 1953 en Natal, Africa del Sur. Un ingenio azucarero vecino, que proporciona el bagazo, es co-propietario de dicha fábrica. En ella se emplea parte del procedimiento continuo Caldecor-Pomilio para producir una semipulpa no blanqueada destinada a la fabricación de papel en máquina Fourdrinier con una cuba. El producto obtenido es alma rígida para cartón corrugado que ha tenido gran aceptación en la Unión y ya se están haciendo planes para duplicar la capacidad de la fábrica.

En Brasil se ha construído otra fábrica Celdecor-Pomilio de pasta de bagazo blanqueada en uno de los ingenios del

Estado de São Paulo, de propiedad de la Refinadora Paulista, consorcio de la familia Morganti. Se esperaba que a fines de 1954 se completaría la instalación de una nueva máquina de papel norteamericana de diseño moderno con capacidad para 40 toneladas diarias. Esta es la primera fábrica de América diseñada para fabricar papeles finos con bagazo y es significativo que la iniciativa haya salido de un ingenio azucarero y no de una fábrica de papel. En México, no lejos de la capital, debía iniciar sus actividades otra fábrica de pasta de bagazo blanqueada, que se proponía adquirir el bagazo de los ingenios azucareros vecinos y vender la pasta que produzca a una fábrica de papel ya establecida.

6. CONCLUSIÓN

Aunque resta mucho por hacer en el terreno de la fabricación de papel a base de bagazo, en la actualidad se produce, en diversas regiones del mundo, una gran variedad de papeles y cartones en una docena de fábricas plenamente organizadas en escala comercial. En lo que respecta a procedimientos y técnicas de elaboración no hay nada nuevo ni existe secreto alguno.

Pueden esperarse nuevos e importantes progresos cuando haya en el mercado una producción constante de pasta de bagazo de primera clase, que permita conocer mejor su calidad y efectuar los correspondientes ensayos. Al parecer no existe razón alguna para dudar de que el bagazo contribuya de manera importante a proporcionar a los países del mundo la materia prima que necesitan para la fabricación de papel.

REALIZACION INDUSTRIAL ARGENTINA EN LA FABRICACION DE CELULOSA A BASE DE BAGAZO¹

Laboratorio de Investigaciones de Celulosa Argentina, S. A.

1. INTRODUCCIÓN

Con objeto de realizar estudios acerca de la fabricación de papel a base de bagazo, el Laboratorio de Investigaciones de Celulosa Argentina S. A., instaló una pequeña planta piloto en la fábrica de papel de Tucumán. El bagazo provenía de ingenios de azúcar situados a unos cuantos kilómetros.

El bagazo sale de los trapiches con un 50 por ciento de agua y un dos por ciento de azúcar. Se enfarda y apila en tongas de 400 a 500 toneladas, que luego comienzan a fermentar y a producir gases los que, combinados con el aumento de temperatura que resulta de la fermentación, provocan un rápido descenso de la humedad del bagazo y la pérdida de un 10 por ciento de su peso.

Para facilitar el escape de gases, de humedad y ácidos se dejan espacios entre un fardo y otro, a intervalos fijos. Las tongas se cubren con una capa de paja o junco que las protege de la lluvia y permite conservarlas durante todo un año o más.

El almacenamiento del bagazo en tongas presenta la ventaja de reducir su humedad del 50 por ciento a 20 - 24 por ciento, y de dejar la parte medular en tales condiciones que un simple batido basta para desprenderla, con lo que se evita la necesidad de equipos complicados para extraerla del bagazo fresco.

En la instalación de Tucumán se empezó separando un 20 por ciento de la médula del bagazo en estado seco; posteriormente la proporción se redujo a un 10 por ciento. Sin embargo, no se han registrado diferencias apreciables en la celulosa obtenida. Por lo tanto, se decidió ensayar la fabricación de pasta utilizando el bagazo integral o con médula, y así es como se producen actualmente en Tucumán pastas oscuras a la soda, las que se mezclan con pasta al sulfato para fabricar papeles tipo kraft.

2. INFLUENCIA DE LA MÉDULA EN LA ELABORACIÓN DE PASTA BLANQUEADA DE BAGAZO

En algunas fábricas hay instalaciones especiales para abrir y desmenuzar los fardos en molinos a martillo u otro equipo especial, para extraer la médula de los haces fibrosos. La cantidad de médula que debe ser separada depende del criterio seguido en cada fábrica.

La composición del bagazo depende del país de origen y de las características físicas y químicas del terreno en que se cultiva la caña. Una muestra promedio tomada en la fábrica de Tucumán presenta la composición siguiente: 10 por ciento de humedad a 105° C; 31,88 por ciento de solubles en NaOH al uno por ciento; 5,3 por ciento de solubles en agua caliente; 2,75 por ciento de extraíbles en alcohol-benceno; 22,4 por ciento de lignina (con

H₂SO₄); 25,55 por ciento de pentosanos y 1,98 por ciento de cenizas.

En el Laboratorio de Investigaciones de Celulosa Argentina, S. A., se separaron, sobre tamiz, las fibras cortas y la médula, y se trataron por separado. Del bagazo sin médula se obtuvo el 50 por ciento de pasta blanqueada y de la médula seca, el 20 por ciento. Partiendo de la base de que el bagazo seco de la fábrica de Tucumán contiene un 85 por ciento de material fibroso y 15 por ciento de fibras cortas y médula, se puede calcular un rendimiento de 45,5 kilogramos de pasta blanqueada (42,5 más 3), de 100 kilogramos de bagazo seco. En cambio, 100 kilogramos de bagazo desmedulado (equivalente a unos 120 kilogramos de bagazo entero seco) darían unos 50 kilogramos de pasta blanqueada.

Ulteriormente se confirmó que del bagazo entero era posible obtener una pasta blanqueada de propiedades físicas y químicas tan buenas como la del bagazo desmedulado. En el caso del bagazo entero se emplearon dos tipos de cocción, uno sencillo y el otro en dos etapas, que confirmaron los porcentajes de rendimiento de 50 a 52 por ciento para el bagazo sin médula y 45 por ciento para el bagazo entero. Las diferencias en el consumo de soda cáustica no fueron muy apreciables (del 24 por ciento en el caso del bagazo sin médula al 27 por ciento para el bagazo con médula). En lo que respecta al grado inicial de desgote o a la resistencia en húmedo, la pasta de bagazo entero no es inferior a la de bagazo sin médula.

3. FABRICACIÓN DE PASTA DE BAGAZO MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO AL SULFITO NEUTRO DE SODIO

En ensayos de laboratorio se ha comprobado que uno de los métodos adecuados para obtener pastas químicas de buena calidad y de fácil preparación en escala industrial es el procedimiento al sulfito neutro de sodio, con solución de sulfito de sodio estabilizada mediante el agregado de hidróxido de sodio, para que el pH se mantenga en la zona neutra o débilmente alcalina. Con ello se reduce el efecto destructor del material celulósico, de manera que la mayor parte de las hemicelulosas quedan incorporadas al producto final. La delignificación es completa, y con pasta bien cocida el rendimiento final puede ser del 52 al 56 por ciento de pasta blanqueada si se utiliza bagazo entero.

En la fábrica de Tucumán se ensayaron ulteriormente en escala industrial tres tipos de cocción. En el cuadro se indican el tipo de pasta obtenido, el rendimiento y el empleo dado a cada uno.

4. FABRICACIÓN DE PASTA DE BAGAZO MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO A LA SODA CÁUSTICA

Se estudió en el laboratorio la forma de preparar pasta de bagazo entero mediante el procedimiento a la soda cáustica. Con ello se pretendía orientar la fabricación de pasta en escala industrial en las instalaciones de Celulosa Argenti-

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.5.8., que contiene 22 cuadros en los que se expone con detalle el resultado de los ensayos mencionados en este trabajo.

na, S. A., sobre la base de un desmenuzado o desfibrado y cocción continua en las torres con solución de soda cáustica a 120° C durante unas cuatro horas. Según los ensayos llevados a cabo es posible obtener pasta de buena

Pasta	Rendimiento (empleando bagazo entero)	Empleo dado
Pasta cruda de alto rendimiento	73 por ciento	Papel de imprenta de segunda clase, en combinación con pasta mecánica y pasta al sulfito totalmente blanqueada
Pasta semi-cocida	65 por ciento (refinada únicamente) 62 por ciento (semi blanqueada)	Papeles blancos y papeles de envoltura de color, mezclada con otras pastas y recortes de primera clase
Pasta cocida de fácil blanqueo	54-56 por ciento	40-60 por ciento para papel blanco de escribir y de imprenta; 100 por ciento para papel monolúcido

calidad del bagazo entero tratándolo con 12 a 14 por ciento de soda cáustica en las condiciones mencionadas. La pasta así obtenida tiene más resistencia que la que se prepara con el procedimiento al sulfito neutro de sodio, que, como se dijo anteriormente, es satisfactoria y de alto rendimiento.

La selección del procedimiento depende en gran parte del tipo de celulosa deseado y, algunos casos, de la instalación y condiciones de cada fábrica en que se ha de utilizar el bagazo.

Las investigaciones de Celulosa Argentina, S. A., confirman plenamente lo que dice I. S. Aronovsky: "para hacer papeles especiales, la experiencia ha demostrado que se pueden obtener resultados mucho más satisfactorios mezclando dos o más pastas que usando sólo un tipo. Cada fibra usada en la mezcla contribuirá a dar al papel propiedad o propiedades que no podrían lograrse tan fácil o tan eficazmente de un solo tipo de fibra. Se sabe muy bien que las celulosas de coníferas al sulfato y al sulfito dan altas resistencias al desgarramiento y a la tracción, mientras que las pastas mecánicas y celulosas de madera de fi-

bras cortas dan buena formación, suavidad, alisado y opacidad a los papeles".

Así, pues, las fibras de bagazo, como las de trigo, *sudan grass*, bambú y eucalipto, representan una fuente de materia prima abundante y complementaria; de ellas se obtienen pastas que pueden dar al papel algunas cualidades ventajosas y hacer posible un aprovechamiento más racional de la pasta de fibra larga de coníferas.

5. PAPEL DE DIARIO A BASE DE BAGAZO

Los ensayos de laboratorio y en escala industrial efectuados en las instalaciones de Celulosa Argentina han confirmado que es posible fabricar papel de diario a base de bagazo. En realidad, tal posibilidad jamás fué puesta en duda por los técnicos, que por muchos años vienen produciendo papel de bagazo. El problema fundamental en la fabricación de papel de diario con bagazo es de orden económico y no técnico.

La pasta de bagazo destinada a la fabricación de papel de diario fué preparada en el laboratorio sometiendo el bagazo entero al procedimiento al sulfito neutro de sodio. Después de pasar por un refinador Jordan la pasta fué dividida en dos porciones: una para ser blanqueada directamente con hipoclorito de calcio y la otra para tratarla con cloro y darle un baño alcalino antes de blanquearla con hipoclorito de calcio. En ambas porciones el rendimiento referido al bagazo entero fué prácticamente igual, así como el consumo total de cloro.

Se agregó pasta mecánica a fin de mejorar la opacidad, así como material de carga en una proporción que no modificara mucho la resistencia del papel. Dada la resistencia propia de la pasta de bagazo no es necesario agregarle pasta al sulfito de fibra larga. Con 75 por ciento de pasta de bagazo blanqueada y 25 por ciento de pasta mecánica, más diversos tipos de material de carga, se ha preparado en el laboratorio una serie de variedades de papel de diario de buena resistencia y adecuada opacidad.

Para la producción de celulosa en escala industrial se empleó el 70 por ciento de pasta de bagazo blanqueada mezclada con 30 por ciento de pasta mecánica (hecha de sauce-álamo en la fábrica de Zárate), y un 10 a 15 por ciento de caolín. Sin preparación previa de las máquinas se fabricó con calidad satisfactoria y a 200 metros por minuto, papel de diario satinado (para rotograbado) y no satinado.

EXPERIENCIA INDUSTRIAL EN LA FABRICACION DE CELULOSA Y PAPEL A BASE DE BAGAZO, EN PARAMONGA¹

José Correa S.

1. ANTECEDENTES

En 1939 la firma productora de azúcar W. R. Grace y Cía. estableció una fábrica de papel que emplearía el bagazo como materia prima. Se eligió para tal efecto el pueblo industrial de Paramonga, situado en la costa del Perú a 200 kilómetros al norte de Lima, la capital. Paramonga tiene unos 10.000 habitantes; de éstos 1.500 trabajan en las plantaciones de caña de azúcar y 1.300 en fábricas. La superficie total plantada de caña de azúcar abarca 4.000 hectáreas, que rinden 160 toneladas de caña por hectárea y por zafra. El rendimiento de bagazo es aproximadamente de 30 por ciento del peso de la caña.

Las condiciones climáticas permiten una zafra constante de la caña de azúcar, de modo que los ingenios trabajan todo el año, y pueden así abastecer en forma continua a la fábrica de papel evitando almacenar materia prima en grandes cantidades.

La producción de papel a base de bagazo se inició en 1939 con una máquina capaz de rendir 7.500 toneladas al año; se agregó una segunda máquina en 1944 y se proyecta instalar una tercera con el fin de aumentar la capacidad a 30.000 toneladas anuales. En 1953 la fabricación de papeles y cartones alcanzó un total de 17.000 toneladas y en 1954 llegará a las 19.000.

2. EXPERIENCIA INDUSTRIAL

Desde 1939 se han elaborado muchos tipos diferentes de papel a base de bagazo. Esta materia prima se consideraba antes apropiada sólo para combustible en las calderas del ingenio o, mezclada con melaza, para alimento del ganado. Ahora se convierte en bolsas para comestibles, papel de cigarrillos, cajas de cartón corrugado, papel de copia, de diario, papel azul para envolver algodón, papel tipo "kraft" (estruza) "sulfito" para envolver, y diversas cartulinas de colores.

El porcentaje de bagazo que se utiliza en la manufactura de las diversas clases de papel ha aumentado notablemente a través de los años. En 1940 el bagazo representaba el 21 por ciento del total de la pasta que se empleaba en Paramonga; hoy día llega a un promedio de 70 por ciento. Ciertos tipos de papel, como el "sulfito" para envolver, el papel de diario y de imprenta en general, se fabrican con 100 por ciento de pasta de bagazo semi blanqueada, blanqueada o ambas. El mercado peruano absorbe la mayor parte de la producción de la fábrica, aunque también se exportan a Bolivia, Ecuador y Colombia cantidades pequeñas de todos los tipos de papel fabricado con excepción del de diario.

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.5.9.

3. PROCEDIMIENTO QUÍMICO EMPLEADO

El procedimiento aplicado en Paramonga consiste en moler y tamizar el bagazo para quitarle la médula; cocer la parte fibrosa que queda durante el tiempo necesario para producir diferentes tipos de pasta y, por último, refinar ésta al grado más adecuado para obtener papel de la calidad deseada.

En un principio se producían hasta seis y ocho variedades de pasta, pero en los últimos años la fábrica se ha tipificado y produce sólo cuatro, incluyendo pasta semi-blanqueada. Para el futuro se prevé el empleo de pasta de bagazo completamente blanqueada.

En Paramonga, se emplea un sistema mecánico, que se para hasta un 35 por ciento de la médula del bagazo antes de que la fibra aceptable sea enfardada para su almacenamiento. Esta parte de la operación se lleva a cabo sólo durante la zafra.

Después que el bagazo ha permanecido almacenado en fardos durante varios meses, se continúa el proceso por métodos corrientes, pasándolo por digestores rotatorios, tanques de descarga, lavadores al vacío, tamices y espesadores. Se usa un procedimiento a la soda modificado; la cantidad de sustancias químicas que se utiliza varía según el tipo de pasta que se desee fabricar. Si se trata de papeles burdos, como para cartón corrugado, se produce un tipo de pasta crudo. Para obtener papeles de mejor calidad se produce pasta semi-blanqueada. Actualmente el blanqueo se lleva a cabo mediante el procedimiento normal de una sola etapa, usando hipoclorito.

Para el refinado también se utiliza equipo corriente (holandeses y refinadores cónicos), pero exige gran cuidado lograr un grado de refinado que lleve a una combinación óptima de la resistencia y el grado de desgote, con objeto de obtener papeles fuertes con un mínimo de reducción en la velocidad de la máquina.

En Paramonga hay dos máquinas para fabricar papel; en una de ellas se utilizan dos tipos de equipo de formación en forma alternada, Fourdrinier y de cilindros, para la fabricación de papeles y cartones respectivamente. Su ancho neto es de 254 centímetros y su velocidad varía entre 24 metros por minuto tratándose de cartones, y 230 metros por minuto en el caso de papel para sacos y para envolver. La otra máquina, destinada a la fabricación de papeles ligeros, tiene un ancho neto de 183 centímetros y un secador yankee. Funciona a una velocidad máxima de 183 m. por minuto. En general la pasta de bagazo retiene el agua más tiempo que la de madera, de modo que si no ha sido bien tratada, no es posible obtener velocidades máximas. En Paramonga las velocidades están coordinadas con la composición de la pasta que entra a la máquina, con objeto de obtener el funcionamiento más económico; la capacidad de secado, sin embargo, es la que suele limitar la velocidad.

4. CONCLUSIONES

El papel hecho de bagazo, que fué considerado con reservas cuando se fabricó por primera vez, está ya definitivamente aceptado. Los sacos de papel multilaminares o multipliegos tienen preferencia sobre los de algodón que se utilizaban antes para exportar azúcar del Perú. Las pruebas de resistencia a la compresión efectuadas en cartón hecho de bagazo demostraron que éste es superior al fabricado con pasta

de madera, y que los envases de cartón corrugado hecho a base de bagazo tienen también mayor resistencia a la compresión que los fabricados con otras pastas.

Además, las investigaciones realizadas en Paramonga en los últimos 18 meses han dado resultados importantes que se ensayan ahora en una fábrica piloto. En la fábrica principal se proyectan algunas modificaciones en virtud de las cuales será posible producir, en forma económica, cualquier clase de papel con 100 por ciento de pasta de bagazo.

VEINTICINCO AÑOS DE EXPERIENCIA INDUSTRIAL ARGENTINA EN LA ELABORACION DE CELULOSA DE PAJA, CAÑA Y BAMBU¹

Juan Di Filippo

I. DESARROLLO DE CELULOSA ARGENTINA S. A.

La obtención del cloro y álcali en forma simple y simultánea dió el primer impulso al procedimiento electrolítico para la producción de álcali. Sin embargo, la falta de una salida adecuada para el cloro y sus derivados impidió que se propagara dicho procedimiento que en sus comienzos había dado buenos resultados. En consecuencia, en varias partes del mundo se presentó el problema de encontrarle aplicación al cloro electrolítico. Se encontró una solución en el tratamiento de los residuos agrícolas con cloro gas húmedo, para la producción de pastas semiquímicas y químicas. El procedimiento al cloro gas, no obstante sus ventajas, tardó en afirmarse en la práctica industrial debido a que ante todo era necesario coordinar las tres complejas ramas de la química, a saber: la producción electrolítica del cloro, la fabricación de la celulosa, y la fabricación de papel.

Después de ensayos de laboratorio y en escala semi industrial, el método mencionado fué adoptado en 1919 por "Electroquímica Pomilio", una empresa de Nápoles. La lentitud de las actividades y las pérdidas cuantiosas de vapor y reactivos químicos motivaron la reorganización y reconstrucción de la instalación experimental, bajo la dirección del ingeniero Umberto Pomilio. A fines de 1926 comenzaron los ensayos con la cloración en continuo, los cuales prosiguieron con carácter semi industrial hasta que se resolvieron por completo los problemas planteados. En 1928 el Ingeniero Pomilio se trasladó a Rosario, Argentina, invitado por la Bolsa de Comercio para estudiar la instalación de una fábrica de papel que utilizara como materia prima los residuos agrícolas y empleara la cloración en continuo con cloro gas producido directamente en la sala electrolítica.

Era natural que se eligiera para tal objeto a Argentina, país de elevado nivel de consumo de papel (principalmente importado) por habitante; no se producía celulosa en el país y anualmente se quemaban aproximadamente 20 millones de toneladas de residuos agrícolas (paja de trigo, lino y maíz). Después de examinar los costos de enfardado y almacenamiento de la paja, el costo de la sal, energía, combustible, mano de obra y transporte, precios de venta del papel, el ingeniero Pomilio presentó al respecto un informe favorable. Así se fundó Celulosa Argentina S. A. y en febrero de 1929 se inició la labor de construcción en Juan Ortiz, sobre el río Paraná, a 15 kilómetros de Rosario.

En los primeros meses de 1932, la nueva fábrica ya producía por mes 314 toneladas de pasta y 439 toneladas de papel de imprenta y de escribir; como consecuencia de actividades secundarias se obtenía la producción mensual

siguiente: 54 toneladas de ácido clorhídrico; 82 toneladas de soda cáustica para concentrado y 115 toneladas de sal refinada para la mesa. Se obtuvo sal de buena calidad en Quilino (provincia de Córdoba) y en N. Levalle (provincia de Buenos Aires). Los recursos en paja de trigo eran cuantiosos, sobre todo en la provincia de Santa Fe, en donde está instalada la fábrica, provincia que figura entre las primeras en cuanto a la producción de trigo. En un principio se realizaron experiencias de laboratorio y en escala industrial con paja de lino y tallos de maíz. El rendimiento fué bajo y los costos elevados debido a las medidas que hubo que adoptar para contrarrestar la diferencia de comportamiento de los reactivos químicos, tanto sobre la parte exterior fibrosa como sobre la parte medular, de fibras cortas. Por consiguiente, se decidió que en la fábrica de Juan Ortiz no se emplearía ninguno de los productos mencionados, ya que era posible obtener paja de trigo en abundancia.

En casi 25 años de existencia, las instalaciones de la fábrica de Juan Ortiz se han mejorado y ampliado en forma constante y ha aumentado el rendimiento de los productos fabricados. Actualmente la fábrica cubre una superficie de 2 millones de metros cuadrados, en comparación con 125.000 al iniciarse las actividades. La sala de calderas ha sido dos veces totalmente refaccionada.

La instalación electrolítica dispone ahora de 500 células, en comparación con 28 en 1932. Además, desde el año 1940, la sociedad trató de perfeccionar el electrolizador original "Giordani-Pomilio", con especial relación al rendimiento energético; consecuencia de ello, fué la creación por el Sindicato Celulosa Pomilio del tipo de electrolizador circular denominado C.A.S.A. el que ha sido instalado en la fábrica y adoptado en diversas regiones del mundo. Hoy día, la instalación electrolítica de Juan Ortiz puede producir diariamente 45 toneladas de soda cáustica y 40 toneladas de cloro gas, además de 130 a 150 toneladas de sal.

La producción de celulosa ha aumentado y representa actualmente unas 75 toneladas diarias de celulosa de trigo y unas 40 toneladas diarias de celulosa blanqueada de caña Castilla (*Arundo donax*), bambú, eucalipto o pino.

Durante ese período se estudió en una torre pequeña la cocción en continuo de la paja de trigo, que más tarde se concretó en dos torres en continuo para la cocción de 160 toneladas diarias de paja de trigo, con una alimentación a presión, lo que permite trabajar a más temperatura.

Paralelamente, se instalaron digestores verticales fijos, con y sin circulación del líquido de cocción, para tratar bambú, eucalipto o diversas clases de pinos. La cocción a presión de estas maderas mediante el procedimiento al sulfato obligó a instalar toda una planta de recuperación de lejía negra que puede dar unas 30 toneladas de lejía blanca (NaOH más Na₂S) y 12 toneladas de vapor por hora. Actualmente se recupera también la lejía negra de la cocción de la paja de trigo y se devuelve a esta sección par-

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.5.10 que contiene 19 páginas de cuadros y 7 de gráficos que ilustran los experimentos realizados en el Laboratorio de Investigaciones de Celulosa Argentina S. A.

te de la lejía blanca, con lo cual es posible la cocción del trigo al sulfato. El problema del efecto de la sílice de esta lejía negra sobre los evaporadores ha sido solucionado precipitándola con cal en una nueva instalación.

Se agregaron a esta sección dos instalaciones completas de blanqueo Kamyra, una para 40 toneladas de celulosa de madera y la otra para 75 toneladas de celulosa de trigo. Cada una consta de dos etapas de cloración, dos torres de baño alcalino y una torre de blanqueo con hipoclorito de calcio.

La máquina instalada originalmente en 1930, producía de 20 a 25 toneladas de papel por día. Se ha agregado otra en la que el promedio de producción diaria es de 70 toneladas de papel blanco de buena calidad y ahora se procede a instalar una tercera máquina que producirá diariamente unas 30 toneladas de papel blanco y de color.

Los tipos de papel fabricados —papeles blancos para imprenta y escribir, para impresiones y carteles, sobres, dibujos, etc.— tienen un determinado porcentaje de celulosa de paja que fluctúa entre un mínimo de 60 por ciento y un máximo de 85 a 90 por ciento. Todos ellos son muy bien acogidos en el mercado argentino.

La instalación de purificación del agua ha sido ampliada y en la actualidad consta de dos equipos Dorr de aglomeración y decantación que pueden dar de 3.000 a 4.000 metros cúbicos por hora. El consumo actual de agua se aproxima a los 3.000 metros cúbicos por hora, que se bombean directamente del río Paraná.

Se incluyen en este documento dos esquemas que muestran los procedimientos para la elaboración de celulosa de paja de trigo, empleados en el período inicial de la fábrica de Juan Ortiz (1931-35) y en la actualidad.

2. ESTUDIOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES

Por la complejidad de los problemas que suscita la elaboración de celulosa blanqueada a base de materias primas de gran heterogeneidad, compuestas en su mayoría de tallos y hojas, en una instalación de proceso continuo, es necesario estudiar cada materia prima a fin de determinar las condiciones óptimas de cocción y blanqueo.

El Laboratorio de Investigaciones de Celulosa Argentina, S. A., ha prestado preferente atención al estudio preliminar de las materias primas que habrán de usarse después en escala industrial.

La fabricación de pasta en el laboratorio en un recipiente cerrado donde se registran temperaturas, presiones, cantidades de materia prima y reactivos difiere de la producción en escala industrial en cantidad y calidad constante dentro de una torre donde vegetal y solución circulan a velocidades diferentes, con zonas de mayor o menor contacto con la solución y la temperatura.

Los problemas se hacen más complejos cuando se debe obtener celulosa de las hojas y tallos de una vegetal o cuando, con la misma instalación de proceso continuo, se debe tratar paja de trigo, paja de arroz, *sudan grass*, caña Castilla o bagazo, porque cada una tiene sus propias características de cocción. Sólo una colaboración íntima entre el laboratorio y la fábrica, ha permitido emplear la misma instalación para tratar diferentes materias vegetales.

A continuación, se describen algunas pruebas de laboratorio, entre otras cosas, sobre condiciones necesarias para la cocción de la paja de trigo y cocción en dos etapas de dicha paja con el objeto de eliminar la sílice de la lejía

residual, y sobre la fabricación de celulosa a base de caña de Castilla (*Arundo donax*).

a) Efecto de las condiciones de cocción en el tratamiento de la paja de trigo con soda y sulfato

En la primera serie de ensayos se utilizó, en un digestor de 500 milímetros, paja de una muestra término medio escogida de la provincia de Santa Fe.

El tiempo necesario para alcanzar la temperatura máxima fue de 1¼ horas y el tiempo a temperatura máxima fue de 5½ horas. Se empleó la cocción al sulfato y a la soda, con temperaturas máximas de 100, 115, 130, 145 y 160° C en cada caso; en todos ellos, la relación paja seca a solución fue 1:3. La cantidad de álcali activo o soda cáustica empleada en la cocción fue de 8 a 14 por ciento de la paja seca. En seguida, se repitió la cocción a la soda cáustica variando la relación paja seca a solución, que en vez de ser 1:3, fue de 1:4, 1:5, 1:6 y 1:7; se mantuvieron constantes las demás condiciones.

Sobre cada una de las pastas obtenidas, después de lavadas y desfibradas en un "Turmix", se determinaron el rendimiento, el número de permanganato, el contenido de ligninas y cenizas y las viscosidades.

Indudablemente el grado de cocción influye sobre el rendimiento y la disolución de lignina y hemicelulosa. Entre las temperaturas de 100 a 160° C el rendimiento en pasta disminuye con el aumento de la acción del álcali sobre la lignina, la hemicelulosa y, en último término, sobre la celulosa misma.

Con una débil solución de álcali, el rendimiento se mantiene constante durante la cocción entre 100 y 130° C y desde ahí empieza a disminuir al diluirse la celulosa. Con cantidades de álcali superiores al 11 por ciento, la reacción sobre la lignina requiere temperaturas inferiores, con la consiguiente disminución del rendimiento. Si la cocción se realiza a temperaturas más altas, el rendimiento no sufre gran variación porque la disolución de la hemicelulosa es contrarrestada por la reprecipitación de la lignina sobre las fibras al disminuir el pH de la solución. El rendimiento puede incluso aumentar debido a esta causa. Cuando la cantidad de álcali es excesiva, éste impide el descenso del pH y la reprecipitación de la lignina por lo que el rendimiento en pasta disminuye.

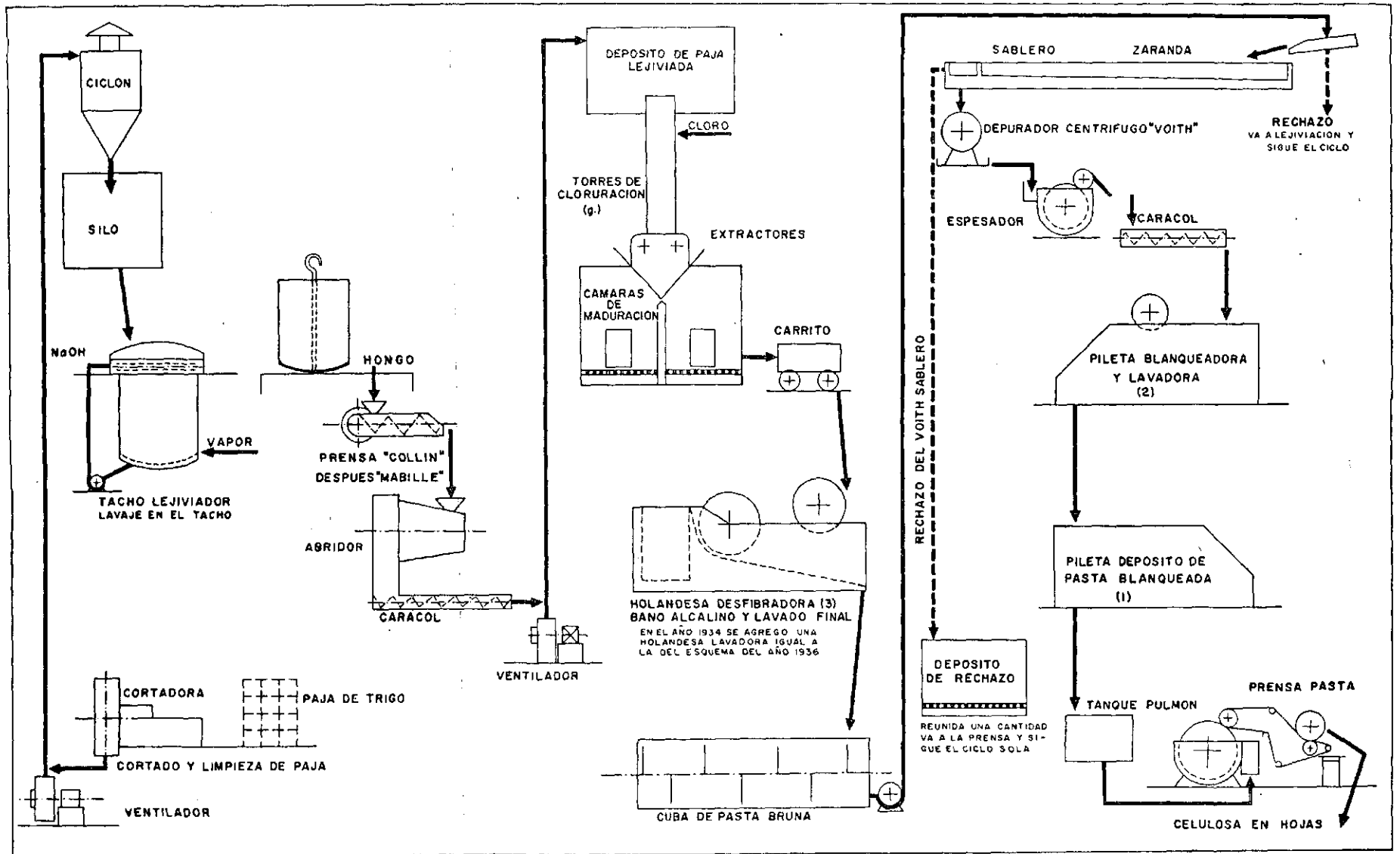
Para determinada cantidad de álcali el número de permanganato disminuye a medida que aumenta la temperatura; alcanza un mínimo y luego aumenta. Cuanto mayor es la cantidad de álcali, menor será el número de permanganato mínimo y mayor la temperatura necesaria para encontrar este valor mínimo. Estos productos mínimos indican las temperaturas necesarias para lograr que se consuma la totalidad del álcali.

En general, el aumento de la relación de cocción facilita la disolución de las substancias no celulósicas y el rendimiento disminuye en la proporción correspondiente. Cuando se aumenta la relación manteniendo constante el álcali activo, la dilución es menos eficaz respecto a las partes incrustadas, sobre todo en la cocción a baja temperatura, y los números de permanganato son más elevados. A temperaturas más elevadas predomina la influencia del aumento de la lejía porque la cocción es más homogénea y la pasta posee un número de permanganato más bajo, menos lignina y menos ceniza.

Estos ensayos se repitieron en digestores rotativos de 18 litros. En cada cocción se emplearon 1.500 gramos de paja; la temperatura máxima se obtuvo en una hora y el

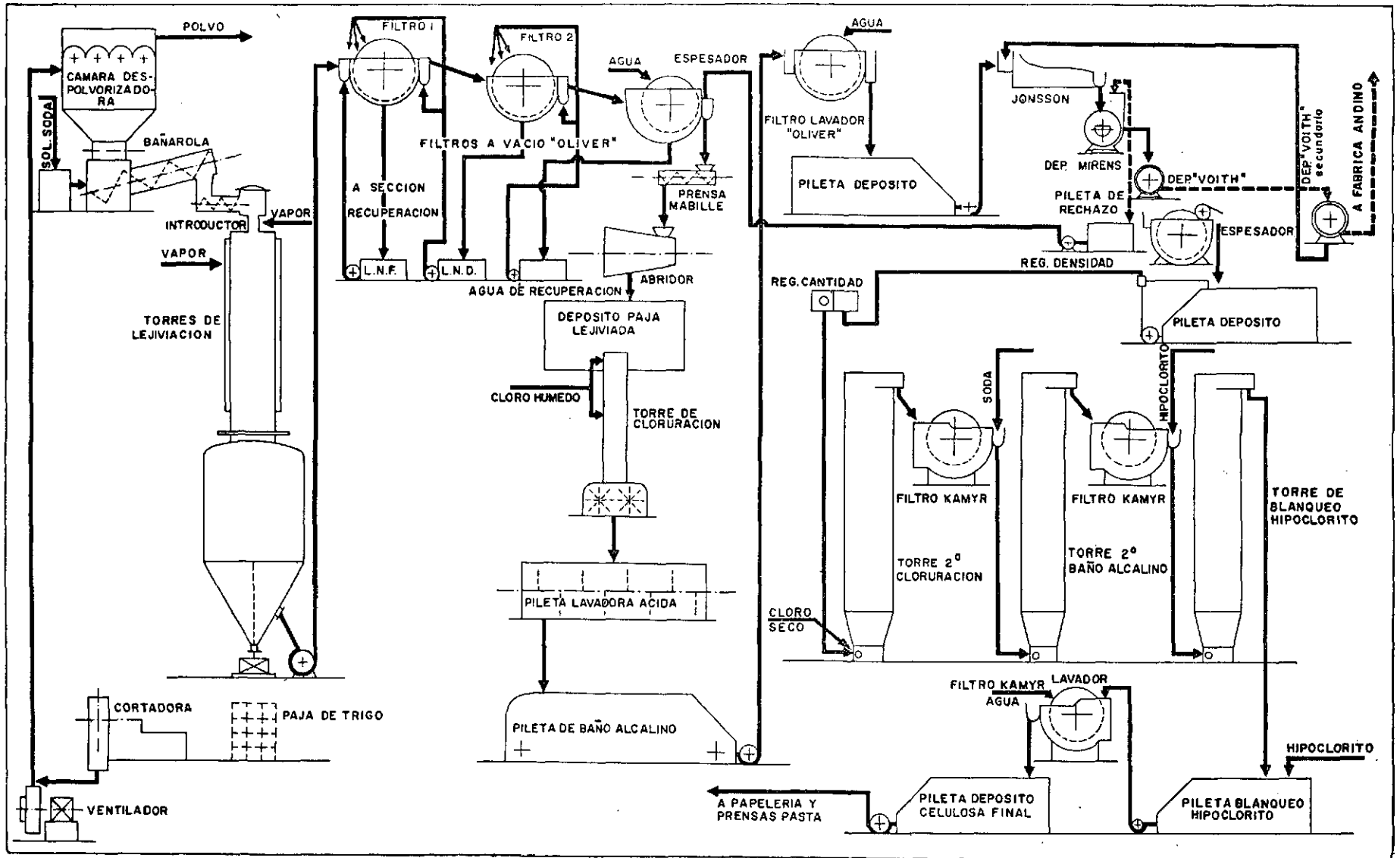
Esquema 1

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE CELULOSA A PARTIR DE LA PAJA DE TRIGO, EMPLEADO DE 1931 A 1935



Esquema 2

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE CELULOSA A PARTIR DE LA PAJA DE TRIGO, EMPLEADO EN LOS AÑOS 1953/54 EN CELULOSA ARGENTINA, S. A.



tiempo a temperatura máxima fué de 5½ horas. Los factores variables fueron la temperatura (110, 130 y 150° C), la relación paja a solución (1:3, 1:4 y 1:5) y el porcentaje de álcali activo a la paja seca (9, 11 y 13 por ciento).

El rendimiento en pasta lejiada disminuye en relación con el aumento de la cantidad de álcali, la temperatura y la relación cocción. También en este caso, la reprecipitación de lignina es notoria a alta temperatura.

El rendimiento en pasta blanqueada acusa poca diferencia entre 110° C y 130° C con 9 y 11 por ciento de álcali activo; a 150° C fué un poco más bajo, mucho más bajo si se tiene en cuenta el alto porcentaje de lignina. Los datos revelaron, después de cuidadoso examen, que 120° C es la temperatura ideal para la cocción de la paja de trigo, con 9 a 13 por ciento de álcali sobre la paja seca.

b) Cocción de la paja de trigo en doble etapa para eliminar sílice (SiO₂) de las lejías residuales

El Laboratorio estudió el problema de recuperar la lejía negra, debido a su alto tenor en sílice disuelta, problema que se solucionó en parte gracias a la cocción en dos etapas. Con este procedimiento era posible una cocción más completa, ya que en la primera etapa se solubilizaban los compuestos de fácil extracción, mientras que en la segunda, con nueva solución de soda, se atacaban directamente las partes de difícil extracción (lignina).

Sobre una muestra promedio de paja de trigo con 4,6 por ciento de sílice, se hicieron una serie de ensayos para determinar el tiempo, la temperatura y cantidad de soda que se requiere para que las cenizas y la sílice de la paja queden solubilizadas en la lejía residual.

A 20° C (la más baja temperatura de la serie de ensayos) y para cualquier porcentaje de soda, hay una mínima de solubilización de SiO₂, es decir, menor tenor de SiO₂ en la lejía residual. Sin embargo, no se puede contar con esta temperatura porque, además de tratar de solubilizar la menor cantidad posible de SiO₂, se debe en este primer tratamiento solubilizar la mayor parte de los almidones, grasas, pectinas y hemicelulosas que la paja contiene. La información reveló la conveniencia de la cocción en dos etapas, empleando para la primera precocción menos del 5 por ciento de NaOH sobre paja durante 30 minutos a temperaturas de 90 a 100°C. La segunda etapa consiste en una cocción de mayor duración, a más alta temperatura y con un mayor porcentaje de NaOH. La lejía residual recuperada en la segunda cocción se utiliza en la precocción.

Se realizaron en el laboratorio dos series de ensayos sobre cocción en dos etapas al sulfato; las condiciones de cocción fueron las mismas que para la cocción con soda, a saber 30 minutos a 100°C para la precocción y 3 horas a temperaturas de 115 a 120°C en la segunda etapa. En la primera serie se empleó el 4 y el 5 por ciento de álcali activo para las dos etapas, y en la segunda serie, el 4 y el 7 por ciento. La lejía negra eliminada de la primera etapa fué tratada en la sección de recuperación, mientras que el líquido de cocción recuperado en la segunda etapa, es diluido para volver a usarlo en nuevas precocciones; en todos los casos fué bajo el contenido de sílice.

En una época se pensó que debido a las dificultades que dicho problema había planteado, no valía la pena tratar de recuperar las lejías residuales. Una de las principales dificultades eran las incrustaciones en los tubos, de sustancias insolubles, lo que hacía necesaria la limpieza de los evaporadores y, en consecuencia, la interrupción de su funcionamiento.

Partiendo de la hipótesis de que la purificación de la sílice es necesaria para la recuperación, se hicieron ensayos con yeso, cal dolomítica y cal viva para precipitar la sílice al estado de silicatos insolubles. Como consecuencia de tales ensayos se llegó a la conclusión de que la purificación con cal viva es el procedimiento más adecuado para tratar la lejía negra. La cocción de 15 a 30 minutos, a 50°C o a 100°C es la más eficaz para eliminar la sílice sin inversiones excesivas ni pérdidas de NaOH.

El tratamiento mencionado permite recuperar la lejía de trigo y, por consiguiente, lejiar la paja por el proceso al sulfato con lo cual se obtiene celulosa de mejor calidad. En las instalaciones de Capitán Bermúdez se recupera actualmente mediante este método toda la lejía negra derivada del tratamiento de la paja de trigo.

c) Celulosa de la caña Castilla o caña común ("Arundo donax")

i) *Características botánicas: cultivo y reproducción.* La caña común (*Arundo donax*) tiene un rizoma grueso, tuberoso, revestido en la parte exterior de pelos blancos, largos, abundantes y brillantes. También está cubierta de pelos similares la parte externa de las vainas de las primeras hojas. El tallo, que alcanza a tres y cuatro metros desde el suelo, termina en la parte superior en una gran panoja cuyas numerosas ramas y ramitas forman un racimo tupido.

Es bastante común en la Europa mediterránea, Africa del Norte, Islas Canarias, Siria, etc. En los países del Mediterráneo se cultiva con mucha frecuencia lo mismo que en América del Sur. En Italia crece en las llanuras y en las partes más bajas de las montañas en toda la península. En terrenos húmedos, a lo largo de los ríos, en la sierra, cerca del mar, etc. la caña común suele formar pequeños bosques espesos llamados cañaverales, que se asemejan en mucho a los bosques de gramíneas perennes de diversos países tropicales.

Para la reproducción del *Arundo donax* se usa generalmente el método de la división de los rizomas, que permite la conservación de los caracteres de la especie, pues el órgano reproductivo forma parte integrante de la planta madre. Las plantas serán más vigorosas y se desarrollarán mejor si se emplean rizomas bien formados o de mediano tamaño, porque se alimentan directamente con los jugos del rizoma. En las plantaciones se prefieren, generalmente, los rizomas que pesan de 500 a 1.000 gramos y se descartan los muy fraccionados que comúnmente no alcanzan a los 100 gramos.

El terreno para estos cultivos debe ser blando, muy bien abonado y húmedo. En general, la caña da muy buen rendimiento en cualquier terreno profundo, arenoso o no muy compacto, que contenga, además de los elementos minerales, cierta cantidad de humus y humedad. No se deben usar terrenos excesivamente arenosos.

Esta caña también crece en muy buenas condiciones en las llanuras ricas en calcio, potasa y sustancias orgánicas en proceso de avanzada descomposición, mientras que los terrenos recién abonados, ácidos o pobres en calcio, son los menos apropiados.

En Italia, país donde se cultiva y utiliza mucho la caña mencionada, existen plantaciones que dan un rendimiento medio por hectárea de 11,5 toneladas de caña verde.

La planta, aun después de cortada y almacenada, conserva algunas hojas en los nudos y también en el tallo, que queda cubierto por una vaina, difícil de desprender.

El problema fundamental consiste en obtener pasta resistente y de buena calidad, con una materia prima tan heterogénea.

Como no se ha establecido un sistema que permita quitarle las hojas y menos aún las vainas adheridas al tallo, es necesario usar los tallos con vaina y una porción reducida de hojas secas.

Esto complica la cocción con soda cáustica, debido a que las partes solubles en álcali dan a la pasta cocida un aspecto gelatinoso que dificulta el lavado. Además, las hojas y vainas proporcionan fibras muy cortas o *finés* que se pierden en el lavado y la depuración, con la consiguiente merma en el rendimiento de celulosa blanqueada.

En los laboratorios de Celulosa Argentina, se hicieron algunos ensayos para determinar la calidad, el rendimiento y el costo de la celulosa blanqueada que se podría obtener de los tallos, de las hojas y de los tallos con hojas.

ii) *Ensayos realizados en laboratorio: Celulosa de la caña sin vainas ni hojas.*—Se tomó una muestra promedio de las cañas almacenadas durante varios meses. Los tallos eran fuertes y rígidos, de un diámetro promedio de 15 a 20 milímetros, y envueltos casi totalmente en una vaina seca. Las hojas y las vainas fueron separadas a mano y los tallos cortados en trozos que por su tamaño se asemejan a las astillas de madera. La cocción se repitió cinco veces. El rendimiento en pasta blanqueada fluctuó entre 40,7 y 45 por ciento; la correspondiente longitud de ruptura fué de 6.300 a 6.800 metros y el coeficiente de desgarramiento (Elmendorff) 25 a 40.

Pasta de caña sin vaina y sin hojas. Se emplearon las mismas muestras promedio sin quitar la vaina ni las hojas. La cocción fué de tres tipos. El rendimiento en pasta blanqueada fluctuó entre 34,0 y 35,5 por ciento; la correspondiente longitud de ruptura fué de 6.260 a 7.000 metros y el coeficiente de desgarramiento (Elmendorff), 30 a 35.

Pasta de hojas. Las hojas extraídas a mano de los tallos fueron cortadas en trozos de 50 milímetros y tratadas en una cocción. El rendimiento en pasta blanqueada fué 26,1 por ciento; la correspondiente longitud de ruptura, 2.800 metros y el coeficiente de desgarramiento (Elmendorff), 16.

Conclusiones. En los análisis de que fué objeto el tallo, la vaina y las hojas, se pudo comprobar que el tallo es la parte de la planta que puede dar mejor celulosa y mayor cantidad.

Lo ideal sería utilizar solamente el tallo, dejando las hojas para abono. Desgraciadamente, tal cosa no es posible porque no se ha encontrado una máquina que corte la planta y la despoje de sus hojas al mismo tiempo.

Sin embargo, se puede aplastar y ventilar la caña para despojarla de hojas y vainas. En tal forma se obtendrá un mayor rendimiento y mejor celulosa con un costo más bajo. Los ensayos de laboratorio demuestran que se obtiene un 40 a 42 por ciento de pasta blanqueada de tallos sin hojas, contra un 35 a 36 por ciento de tallos con hojas.

La mezcla de tallos con hojas presenta también el grave inconveniente de que la cocción no es uniforme. Es difícil exprimir y lavar la pasta cocida y la pérdida de fibras cortas (*finés*) es relativamente cuantiosa.

La celulosa de la caña común no contiene fibras demasiado largas sino una mezcla de fibras de distinta longitud que, mezcladas con celulosa de fibras largas, puede servir para fabricar papel blanco de buena formación y con características de resistencia normales.

iii) *Procedimiento al sulfito neutro de sodio.* Este procedimiento, utilizable ventajosamente para tratar desechos agrícolas (especialmente bagazo y pajas de trigo, arroz y cebada), se puede aplicar también a la caña común. Tratándose de materia prima mucho más compacta y leñosa que la paja de trigo, las cantidades respectivas de sulfito de sodio y de soda cáustica necesarias para la cocción normal son mucho más importantes y el rendimiento mejora en comparación con los demás procesos comunes.

Se realizaron diez ensayos, variando el tiempo y la concentración de reactivos y manteniendo constante la temperatura de 170°C. La materia prima consistía en un lote de cañas en buen estado de conservación, plantadas en septiembre de 1948, cortadas al año siguiente y enviadas a las playas de almacenaje en enero de 1950. La mayor parte de las hojas se habían desprendido.

El rendimiento en pasta blanqueada fluctuó entre 43,8 y 49,1 por ciento; la correspondiente longitud de ruptura fué 6.000 a 9.500 metros y el coeficiente de desgarramiento (Elmendorff), entre 17 y 32.

A juzgar por los ensayos, el rendimiento fué superior con la cocción al sulfito neutro que con el procedimiento al sulfato.

En general, la resistencia fué mayor cuando la pasta había sido bien cocida y disminuyó cuando fué necesario usar mayores cantidades de cloro y de soda para obtener un blanqueo satisfactorio.

EXPERIENCIA INDUSTRIAL EN LA FABRICACION DE CELULOSA PARA PAPEL A BASE DE BAGAZO, EN PIRACICABA¹

Lino Morganti

1. INSTALACIÓN DE LA FÁBRICA DE PAPEL

La experiencia de los últimos años en lo concerniente al empleo de bagazo de caña de azúcar para fabricar papel indujo a la Refinadora Paulista S. A. a instalar una fábrica de papel y celulosa a base de bagazo en su ingenio de Monte Alegre, situado en Piracicaba, Estado de São Paulo.

Se eligió Monte Alegre por estar situado en el centro del Estado de São Paulo con fácil acceso a la capital y con servicio de los ferrocarriles de Sorocabana y Companhia Paulista; por la alta densidad de población que tiene la región; por estar contiguo al río Piracicaba, que lleva gran volumen de agua, y por la disponibilidad de energía eléctrica. Hay bagazo en abundancia como para instalar una fábrica capaz de producir hasta 30.000 toneladas anuales de celulosa.

Se decidió adoptar el método soda-cloro (conocido también con el nombre de su inventor Umberto Pomilio), pues mediante dicho método es posible fabricar papel de escribir y de imprenta de calidad superior, con 80, 90 y aun 100 por ciento de celulosa de bagazo.

La construcción de la fábrica se inició en el verano de 1951; en octubre de 1953 se empezó a fabricar papel y hasta la fecha no ha habido interrupción alguna en la producción.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación, proyectada por Cellulose Development Corporation, Reino Unido, y por el Sindicato Cellulosa Pomilio, Italia, comprende las siguientes secciones:

a) *Fabricación de celulosa*

Es una operación continua. El bagazo que se recibe de los trapiches en fardos de 15 kilos, se somete al tratamiento siguiente: apertura de los fardos y limpieza del bagazo (operación de gran importancia cuando se desea obtener papel de muy buena calidad y que, además, ahorra reactivos químicos); separación de la parte medular del bagazo, que es la que no produce celulosa y que se empleará como combustible en la misma fábrica.

El bagazo, así abierto y limpio, pasa a un ciclón, impulsado por un ventilador. La fibra separada en el ciclón cae en una tina donde se mezcla con la lejía; baja a continuación a la torre de lejiación, donde se efectúa la cocción con vapor indirecto; de ésta sale por medio de un extractor, en forma continua, y una bomba la envía a la tina lavadora donde es sometida a un doble lavado y prensado con objeto de separar todas las materias que se han disuelto. Entre las dos tinas lavadoras hay un refinador cónico para el tratamiento de la pasta lejiada, la que pasa a continuación a un

aparato especial en el que recibe un tratamiento que permite la penetración homogénea en la fibra en suspensión del cloro gaseoso en la torre de cloración, en donde el cloro reacciona con la lignina. El bagazo así clorado se lava con agua pura en un filtro rotativo, para separar el ácido clorhídrico que se ha formado durante la cloración. En seguida se le somete a un tratamiento con una solución muy diluida de soda cáustica, para transformar en sales sódicas fácilmente solubles los derivados orgánicos del cloro formados durante la cloración del bagazo. Finalmente, la pasta pasa a unos depuradores rotativos que separan las partes no celulósicas.

El blanqueo de la pasta cruda de bagazo comprende un tratamiento previo con agua de cloro, seguido de un lavado alcalino. El ciclo del blanqueo propiamente dicho con hipoclorito de cal se efectúa en dos torres seguidas cada una de un filtro de lavado, lo que asegura el blanqueo en dos etapas con una cantidad mínima de hipoclorito. Después de este último tratamiento, la celulosa se encuentra lista para ser enviada directamente a la fábrica de papel o a las máquinas prensapastas.

b) *Fabricación de papel*

La sección de papel consta de dos máquinas continuas, una hecha en Brasil por Industria Mecánica Cavallari, S. A. y otra fabricada en Estados Unidos por Bagley & Sewall².

c) *Suministro de agua*

Comprende una instalación para el bombeo y la filtración de agua, que se toma directamente del Río Piracicaba. Su capacidad efectiva es de 500 m³ por hora y comprende un gran agrumador de 1.500 m³, así como una batería de filtros de arena.

d) *Producción de vapor*

A fin de producir el vapor necesario para la cocción del bagazo y el secado del papel en la máquina continua, se utiliza una caldera con una superficie de calefacción de 500 metros cuadrados que puede producir hasta 12.000 kilogramos de vapor por hora, a una presión de 17,5 atmósferas y una temperatura de 250°C. Los combustibles usados actualmente son la leña de eucalipto y la médula del bagazo.

e) *Energía eléctrica*

Se obtiene de una línea de 60.000 volts de la Companhia Paulista de Força e Luz, y se transforma a 450 volts para la línea de la fábrica, con una transformación intermedia de 11.000 volts.

² El documento original contiene información detallada sobre el equipo de preparación de la pasta, las máquinas de papel, la sección de acabado y la sección auxiliar de electrolisis.

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF. 3/L.5.12.

3. EL BAGAZO

En un año de trabajo se ha podido comprobar que la mayor dificultad ha consistido en abastecerse de bagazo. El enfardado y almacenamiento de esta materia, con el fin de conseguir su secado espontáneo ha demostrado ser excesivamente dispendioso por los factores siguientes: *a*) el alto costo de la mano de obra encargada de prensar los fardos y de entongarlos y disentongarlos, *b*) la energía eléctrica necesaria para prensar, *c*) el costo del alambre y *d*) las pérdidas de bagazo debidas al transporte y al almacenamiento. Todo ello ha obligado a estudiar la posibilidad de secar el bagazo antes de que salga del ingenio, eliminando simultáneamente la máxima cantidad posible de médula, y enviarlo seco directamente a la fábrica de celulosa. En ese caso, el almacenamiento se limitaría solamente a los seis meses de inactividad del ingenio azucarero y se reduciría en 60 por ciento el peso del bagazo transportado; por otra parte, los riesgos contra incendio serían menores dada la menor cantidad de bagazo almacenado.

Por las razones antedichas, se ha decidido que en la próxima zafra se instalarán secadores de bagazo en la fábrica.

En su debida oportunidad se proyecta modificar la sección térmica del ingenio para que funcione completamente a base de petróleo; con ello se efectuarán economías importantes en el consumo de combustible y al mismo tiempo se dispondrá de mayor cantidad de bagazo para fabricar celulosa.

4. PRODUCCIÓN DE CELULOSA

De la experiencia industrial lograda en la fábrica de Monte Alegre se deduce que la única manera de obtener un producto satisfactorio y asegurar el buen funcionamiento de la instalación consiste en utilizar bagazo seco con el mínimo de médula, no sólo para la producción de papel blanco de calidad, sino incluso para la fabricación de pasta semiquímica destinada a alma para cartón corrugado. Si no se elimina la médula, es mayor el consumo de reactivos, aumentan las impurezas, se originan numerosas dificultades en la máquina de papel y el producto obtenido será de baja calidad; por lo tanto, es ficticio el aumento de rendimiento que según se pretende, puede lograrse si no se elimina la médula. Además, los ensayos efectuados con bagazo húmedo almacenado durante tres meses para que se seque espontáneamen-

te, demuestran que la cantidad de médula eliminada disminuye 18 a 12 por ciento, con el consiguiente aumento del 9 al 13 por ciento en el consumo de sosa.

En las operaciones de blanqueo se logró el resultado esperado y quedó demostrado el acierto de los que instalaron la fábrica al querer que el "trabajo químico" se repartiera entre el cloro y el hipoclorito.

A continuación se da un resumen de resultados de la fabricación de la pasta blanqueada: rendimiento 50-52 por ciento, en relación con el bagazo limpio (sin médula); consumo total de soda cáustica, 20-22 por ciento; consumo total de cloro, 17,5-19,5 por ciento. Los consumos de reactivos están referidos al peso de la pasta secada al aire.

5. PRODUCCIÓN DE PAPEL

En la primera etapa de funcionamiento de la fábrica, se produjo exclusivamente alma para cartón corrugado (con el 100 por ciento de semipasta de bagazo de un gramaje de 120 a 230 gramos por metro cuadrado. Este tipo de papel tuvo gran éxito en el mercado nacional.

Desde entonces se ha fabricado papel de alta calidad como los tipos siguientes:

a) Papel blanco de primera clase de impresión y escribir, de 48 a 90 gramos por metro cuadrado;

b) Cartulina blanca desde 100 a 200 gramos por metro cuadrado;

c) Papel para ciclostilo sin cola, desde 62 a 74 gramos por metro cuadrado.

Los tipos de papel mencionados contienen, en porcentajes variables, pasta cruda al sulfito, que se introduce al proceso al mezclarla con pasta cruda de bagazo, antes del blanqueo.

A los seis meses de comenzada la producción y después de cierta resistencia inicial del mercado, debida a la novedad del producto, se aceptaron sin reserva esos tipos de papel, especialmente para la fabricación de cuadernos.

Además, fué fácil vender el excedente de pasta húmeda que no podía absorber la máquina de papel.

Una vez que esté en marcha la máquina Bagley & Sewall será posible fabricar anualmente hasta 15.000 toneladas de papel de primera calidad. La demanda continúa aumentando, por lo que parece estar asegurado el futuro del papel de bagazo de la fábrica de Piracicaba.

EL TRATAMIENTO ALCALINO DEL BAGAZO DE CAÑA PARA LA FABRICACION DE PAPELES DE ALTA RESISTENCIA Y DE CELULOSA PARA RAYON¹

William J. Nolan

I. INTRODUCCIÓN

La elaboración del bagazo de la caña de azúcar para la fabricación de papel es muy compleja. Además del estudio que se realiza corrientemente acerca de los diversos procedimientos para elaborar pasta con las materias primas celulósicas, el investigador también debe considerar las variaciones que experimentan las materias primas a causa de la situación geográfica y de los diferentes procedimientos de zafra y molienda de la caña. Por último existe el problema de la separación física de la médula de las fibras celulósicas antes de la preparación de la pasta.

En las páginas siguientes se exponen, en forma breve, las investigaciones realizadas en la Universidad de Florida sobre tres aspectos de la preparación de pasta a base de bagazo:

- a) separación de la médula de la fibra;
- b) fabricación de pasta de gran pureza destinada a la elaboración de alfacelulosa; y
- c) fabricación de pastas de alta resistencia.

2. SEPARACIÓN DE LA MÉDULA DE LA FIBRA

En estas investigaciones se utilizaron dos tipos de bagazo. El primer material se preparó en el laboratorio con caña recién cortada, llevada al laboratorio durante la noche. Una vez allí, fué cortada en pedazos de 5 centímetros de largo e introducida en un triturador rotatorio (rotapulper) Jackson y Church 015, en donde quedó reducida a fibras prácticamente de la misma longitud que la caña cortada. El material desmenuzado se introdujo en una prensa de tornillo Jackson y Church ZM, donde se exprimió y se transformó en una torta prensada con 40 por ciento de fibra.

La pasta pasó dos veces más por el triturador rotatorio y se volvió a prensar hasta quedar nuevamente con un contenido de fibra de 40 por ciento. Mediante un sistema de lavado de contracorriente, se extrajo el 98 por ciento del azúcar con un mínimo de dilución en agua. Desde el punto de vista de la utilización del bagazo, este sistema de extracción mediante el lavado de contracorriente viene a ser casi el procedimiento ideal para la preparación de la fibra. El tratamiento triple en el triturador rotatorio separó, prácticamente, toda la médula que estaba adherida a las fibras celulósicas, debido a la intensa fricción. Los haces resultaron muy largos, de casi 5 centímetros de longitud, y muy pocos se rompieron. Pero a pesar de haberse roto la ligazón entre la médula y las fibras, los dos componentes permanecían estrechamente mezclados.

El segundo tipo de bagazo con que se experimentó fué un material enfardado que había sido secado en un secador a fuego y se vendía como camilla para gallineros; era de color muy oscuro y contenía una gran cantidad de impurezas, carbón y algo semejante a vestigios de azúcar acaramelada.

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF. 3./L.5.13 que contiene 6 cuadros y 6 gráficos en los que se presentan los resultados de los ensayos llevados a cabo y una fotografía de la máquina experimental construida especialmente para desmedular bagazo.

Con el propósito de devolver a las fibras su flexibilidad original, este bagazo seco se remojó durante toda una noche en agua caliente. En seguida se le extrajo el exceso de humedad y se le hizo pasar dos o tres veces por el triturador rotatorio. Se comprobó que con este tratamiento se lograba romper la ligazón entre la médula y las fibras, exactamente como en el caso de la caña fresca. Sin embargo, los haces resultantes eran mucho más cortos que los obtenidos de la caña fresca, ya que su longitud variaba entre 5 centímetros y menos de 1¼ centímetros. Asimismo, las fibras eran de color mucho más oscuro que las obtenidas de la caña fresca.

Se hizo un cálculo aproximado de la energía que requiere el tratamiento en el triturador rotatorio y se comprobó que la cantidad de energía eléctrica necesaria para tratar el bagazo en esta forma es más o menos de 0,75 kilowatt-día por tonelada, en cada pasada por la máquina, o sea que equipando la máquina con un motor de 100 HP, pueden tratarse de 75 a 100 toneladas diarias.

La separación de la médula de la fibra se efectuó en un depurador plano con ranuras de 0,46 mm. La mezcla de médula y fibra con que se alimentó el depurador tenía una consistencia de 0,5 a 1,0 por ciento. Aproximadamente el 60 por ciento del material se retuvo en el depurador y el 40 restante pasó por las perforaciones. El material retenido en el depurador era sobre todo fibra, pero contenía aquella porción de la médula cuyo diámetro era superior a 0,46 milímetros; en consecuencia, la separación de la médula de la fibra no fué del todo satisfactoria.

Por otra parte, la fracción de médula, es decir la pasta que pasó a través del depurador, contenía fibras cortas y quebradas en una proporción aproximada del 50 por ciento del peso total.

Con el objeto de obtener una fracción de fibra suficientemente libre de médula que justificara las investigaciones sobre la elaboración de pastas, se secó aquella hasta dejarla con un contenido de humedad de 5 a 10 por ciento y en seguida se procedió a separarla por un depurador de zarrandeo Day Ro-ball que utiliza un marco depurador de malla 14. Aunque retuvo las fibras largas, casi toda la médula suelta pasó a través del depurador, desgraciadamente también dejó escapar las fibras muy cortas. En realidad se escurrió del 10 al 15 por ciento del material colocado en el depurador. En consecuencia, este procedimiento no es práctico desde el punto de vista comercial, si bien permitía obtener una fibra muy limpia para los experimentos sobre elaboración de pastas.

Se analizó el problema de la extracción de la médula tomando en cuenta todas las propiedades de la mezcla de médula y fibra, y se procedió a diseñar una máquina para aprovechar al máximo estas propiedades. Primero, una gran proporción de la médula es siempre de diámetro mayor que la sección transversal de casi la totalidad de la fibra. Segundo, al flotar libremente en el agua, una parte de la médula se mantendrá en la superficie en vez de pasar a

través del depurador, debido al aire que retienen algunas de sus células. En consecuencia, habría que diseñar una máquina en la cual las fibras se mantuvieran extendidas sobre el depurador, y en que las perforaciones de éste fuesen bastante grandes para dejar pasar las partículas más voluminosas de médula y retener las fibras. Tiene que pasar bastante agua a través del material para contrarrestar esa tendencia de la médula de adherirse a la fibra. La velocidad del agua debe ser tal que arrastre consigo a la médula flotante. El nivel del agua deberá mantenerse lo suficientemente bajo para evitar que las fibras se orienten y puedan pasar por las grandes perforaciones del depurador.

De conformidad con estos principios se diseñó una máquina experimental con una correa de tela de alambre de malla 14 y de 30 centímetros de ancho extendida entre dos rodillos de 20 centímetros de diámetro, colocados aproximadamente a 1,5 metros de distancia entre ejes. La velocidad lineal de esta correa puede variar entre 0,9 y 4,5 metros por minuto. En la parte superior del depurador hay dos correas de caucho de 2,5 x 2,5 centímetros en su sección transversal, montadas sobre dos rodillos guías de 20 centímetros de diámetro y 1,22 metros de distancia entre ejes. Convenientemente situado debajo de la correa de tela, hay un depósito galvanizado para recibir el material que pasa a través de aquella. En el fondo de este depósito está soldada una cañería de 38 milímetros (1½ pulgadas) y ocho toberas de 6,3 milímetros (¼ pulgada) vierten agua, como rociadores sobre la superficie del depurador.

Una vez en operación, la mezcla de médula y fibra empapada en agua que ya ha pasado dos o tres veces por el triturador rotatorio, se coloca encima de la correa metálica, y justamente delante de los rociadores. La válvula de descarga debajo del depósito se regula para dejar en la superficie del depurador un nivel de 12 milímetros del agua contenida por las correas de caucho. La mezcla de médula y fibra se esparce uniformemente sobre la tela metálica a través de los rociadores que hacen pasar la médula por ésta, quedando las fibras en la superficie del depurador. La fibra lavada se recoge en el extremo de la correa y la médula se recoje en el recipiente galvanizado.

La superficie efectiva de lavado de esta máquina es muy reducida. La distancia entre las orillas interiores de las correas de caucho es de 23,8 centímetros y el largo del depurador sobre el cual operan los rociadores, de 40 centímetros. Dos pasadas dan por resultado una separación casi perfecta, que no mejora con una tercera pasada por la máquina. Los haces más largos tienen aproximadamente 6,3 centímetros.

La recuperación de la fibra debería alcanzar del 70 al 80 por ciento del bagazo original. Empleando una correa metálica de 7,5 metros de ancho efectivo y 16 metros de longitud de lavado, se podría obtener 100 toneladas diarias de fibra limpia. La velocidad tendría que ser aproximadamente de 38 metros por minuto.

Por cada kilogramo de fibra lavada se consumirán de 250 a 420 litros de agua. El agua puede usarse varias veces, después de hacerla pasar por un desgotador inclinado para eliminar la médula. El mayor gasto de operación es el de la energía empleada en la bomba.

3. ELABORACIÓN DE PASTAS DE GRAN PUREZA CON FIBRA DE BAGAZO

Se utilizaron tres tipos de bagazo, una obtenida del laboratorio de caña fresca, se sometió en seguida a depuración seca y húmeda; la segunda se obtuvo después de sumergir-

se bagazo seco y enfardado en agua caliente, pasándolo dos veces por el triturador rotatorio y sometiéndolo luego a las depuraciones húmeda y seca; la tercera se obtuvo de bagazo seco, empapado en agua y refinado como en el caso de la segunda, pero sometiéndolo dos veces al lavado en un depurador.

Las pastas se cocieron manteniendo constante la concentración de los reactivos y tratando de simular la acción de un procedimiento continuo.

Los ensayos revelaron que la fibra de bagazo, por su tendencia natural a subdividirse y, en consecuencia, por la gran superficie que presenta, es muy apropiada para la cocción rápida y continua. Las pastas que contienen de 95 a 96 por ciento de alfacelulosa pueden obtenerse en cinco minutos de cocción y con el vapor a una presión manométrica bastante baja, 5,6 kilogramos por centímetro cuadrado. El contenido de pentosanos es convenientemente bajo comparado con el de la pasta de abeto al sulfito, fuente común de las pastas tipo rayón.

Es probable que las pastas sin blanquear, con un grado de polimerización de 1000 a 1100, sirvan mejor la elaboración de celulosas tipo rayón. Las siguientes características se escogieron como las más apropiadas para dicho tipo de pasta: concentración, 80 gramos por litro; 25 por ciento de tenor de sulfuro; presión manométrica del vapor 8,8 kilogramos por centímetro cuadrado, y tiempo de cocción, 10 minutos. Las pastas números 1049 y 1073 corresponden a estas condiciones con las cuales se puede obtener, después de la depuración, un 45 por ciento de rendimiento en fibra desmedulada.

Se comprobó que en estas pastas no puede obtenerse un grado de blancura superior a 72 (G.E.), cualquiera que sea la cantidad o el tipo de reactivos blanqueantes que se empleen, a menos que se extraiga primero la pasta con ácido diluido. Se comprobó también que la pasta cuya cocción se efectuó sin sulfuro era ligeramente más blanca que aquella otra en que se usó sulfuro, pero ésta no se blanqueó. No se hicieron experimentos de blanqueo con ninguna de las pastas elaboradas con fibra de caña verde; en consecuencia, no se sabe si la deficiente blancura se debió al hecho de haberse tratado el bagazo antes de ser enfardado.

Quedó claramente demostrado el efecto de la extracción ácida sobre la blancura final de la pasta blanqueada. La pasta sin extracción alcanzó una blancura final de sólo 68,1 (G.E.) a pesar de que se utilizó una cantidad excesiva de cloro. Después de la extracción se blanqueó la pasta hasta alcanzar un grado de blancura de 84 (G.E.), cifra bastante satisfactoria.

El grado de polimerización de la pasta blanqueada (880) es casi el que se necesita para una xantogenación adecuada. Su contenido de pentosanos (2,0 por ciento) es bajo y resulta satisfactorio para la elaboración de alfacelulosa. Aunque todavía no se ha ensayado la producción de rayón con esta pasta, su análisis indica que sería una materia prima adecuada para este fin.

4. ELABORACIÓN DE PASTAS DE ALTA RESISTENCIA CON FIBRA DE BAGAZO

Para estos experimentos se usó el mismo equipo de cocción que para las pastas de alta pureza. Como es conveniente que las pastas para fabricar papel tengan un contenido alto de pentosanos, la concentración inicial de la lejía de cocción se mantuvo baja y la proporción de lejía y bagazo fué también baja, para asegurar que la concentración dis-

minuyera durante la cocción. En los diversos tipos de cocción se mantuvo constante la presión del vapor.

Los rendimientos en pasta del bagazo desmedulado fueron muy altos, entre 60 y 63 por ciento. Este mayor rendimiento, en comparación con el de las pastas de tipo rayón, se debe principalmente a la conservación del pentosano en la pasta. El bagazo al que no se le extrajo la médula antes de la cocción dio un rendimiento en pasta mucho menor debido a la degradación de la celulosa de la médula, que presenta mayor superficie para las reacciones que la celulosa de la fibra.

Se hidrataron varias pastas en el refinador Niágara y se prepararon hojas o pliegos para las pruebas físicas. Todos los procedimientos se ajustaron a las normas TAPPI. Las hojas se probaron en lo que se refiere al doble plegado, ruptura, longitud de resistencia al reventamiento y también al desgarramiento.

En comparación con la pasta kraft de pino, sin blanquear, de alta calidad, se observó que las pastas de bagazo eran decididamente superiores en cuanto a resistencia al reventamiento, longitud de ruptura y doble plegado. La resistencia a la tracción de la pasta de bagazo es 20 por ciento mayor que la resistencia máxima de la pasta kraft. Su resistencia al reventamiento es 10 por ciento mayor.

No obstante, la resistencia al desgarramiento es inferior en la mitad a la de la pasta kraft de pino, lo cual era de suponer ya que las fibras de bagazo tienen una longitud aproximada de 1,0 milímetros en comparación con 2,5 a 3,0 milímetros en el caso del pino.

La característica más interesante de la pasta de bagazo en lo que respecta a la resistencia al reventamiento, a la

tracción y al doble plegado estriba, no en los valores elevados que alcanza después del refino, sino antes de tal operación. La mayoría de las pastas de madera ofrecen muy poca resistencia al reventamiento y a la tracción antes de ser refinadas, y es insignificante su resistencia al doble plegado. En cambio, las pastas de bagazo son muy resistentes antes del refino y después de un breve tiempo de permanencia en el refinador alcanzan el grado máximo de resistencia.

Es probable que esta gran resistencia antes del refino se deba al alto contenido de estas pastas en pentosanos. Es muy corriente el contenido de 23 a 24 por ciento en las pastas de bagazo, en comparación con el 18 por ciento aproximadamente que corresponde a las maderas duras. La pasta kraft de pino contiene, por regla general, de 8 a 9 por ciento de pentosanos. La importancia comercial de este alto contenido en pentosanos reside en los costos casi insignificantes de energía que requiere la refinación de las pastas de bagazo antes de ser tratadas por la máquina papelera.

Es muy posible que como consecuencia de nuevas investigaciones se obtenga pasta de mayor resistencia, sobre todo al desgarramiento.

Según parece, del bagazo se produce pasta de mejor calidad y de mayor resistencia que de la madera de coníferas. Además, si la resistencia al desgarramiento no se considera como requisito importante, podrá emplearse la pasta de bagazo para reemplazar a la pasta kraft, mas no se recomienda para la fabricación de papel de diario, salvo como sustituto de la pasta al sulfito.

VI

Presentación de trabajos sobre determinados asuntos técnicos



TENDENCIAS MODERNAS EN LA DISPOSICION DEL EQUIPO Y EN EL DISEÑO DE LAS FABRICAS DE PAPEL Y CELULOSA¹

A. M. Hurter

I. INTRODUCCIÓN

Durante la última década se han producido numerosos adelantos en la fabricación de papel y celulosa: la introducción y el rápido desarrollo de los procedimientos semiquímicos para fabricar pasta; la producción de pasta de alto rendimiento; la consolidación y normalización del procedimiento de blanqueo en varias etapas; el empleo de bióxido de cloro para blanquear la pasta; la introducción del procedimiento químicomecánico *chemigroundwood*, y de procedimientos modernos para elaborar pasta con residuos agrícolas. Sin embargo, aparte de estos adelantos, puede decirse que la tecnología y los procedimientos básicos para fabricar papel y celulosa no han experimentado cambios fundamentales y no hay indicios de que esta situación se modifique en un futuro próximo.

La gran evolución experimentada por la industria consiste sobre todo en el empleo más cuidadoso de los procedimientos y equipos comunes ya establecidos, con el propósito de mejorar los sistemas de control y reducir la mano de obra y los desperdicios. En otras palabras, los cambios más importantes en la industria y las tendencias presentes han consistido y consisten actualmente en la aplicación más cuidadosa de las técnicas y no en la introducción de descubrimientos científicos revolucionarios.

El cambio consistente en la aplicación de sistemas automáticos y en la reducción de la mano de obra y de los desperdicios se ha producido en forma tan gradual que ha pasado inadvertido hasta cierto punto. La explicación del fenómeno es muy sencilla. Como ya se ha dicho, no se han introducido —salvo algunas excepciones— técnicas o procedimientos fundamentales nuevos, ni se ha efectuado cambio radical alguno en el equipo de fabricación. El equipo moderno, si bien en algunos casos ha sido mejorado considerablemente, sigue siendo en su esencia el mismo de hace una década. A veces su modernización ha consistido simplemente en una "depuración de líneas", completamente innecesaria, para mejorar su apariencia externa. Por lo tanto, se puede diseñar una fábrica moderna de papel y celulosa con ligeras modificaciones en el equipo de que se disponía hace diez años. Esta información es valedera también en el caso opuesto: partiendo de un equipo y de una tecnología moderna se puede llegar a una fábrica anticuada.

¿Cómo se produjo esta evolución que permitió mejorar el control y reducir la mano de obra y los desperdicios? Sucedió gradualmente, gracias a la especialización, a la adopción de sistemas de control de los productos, al empleo de sistemas de control automático y otras medidas eficaces para el manejo más adecuado de los materiales. Gran influencia han tenido también los planes bien concebidos de disposición de edificios y equipos y la integración de las fábricas.

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/6.1, que contiene 12 diagramas y 11 fotografías que ilustran las explicaciones del autor.

La aportación del primero de estos factores —o sea, la especialización— es fácil de comprender: a igualdad de otras condiciones, la fábrica que se dedique a producir sólo un producto o un número reducido de ellos obtendrá mayor rendimiento con menor costo de producción por unidad que la destinada a fabricar una gran variedad de productos. Por esta razón se ha observado una tendencia pronunciada hacia la especialización.

Sin embargo, no siempre es posible lograr la especialización con un mercado restringido y, por razones que se estudiarán más adelante en forma detallada, la especialización en un solo producto no es conveniente cuando se trata de lograr una alta calidad a un costo módico. No obstante, el análisis cuidadoso de los costos de producción correspondientes a varias calidades, acompañado de un estudio más profundo de las necesidades del cliente, puede mejorar bastante el rendimiento de una instalación que fabrique gran variedad de productos. Una fábrica de papeles finos que sirve a un mercado restringido redujo considerablemente la variedad de las clases de papel que producía sin disminuir el volumen de sus ventas. Se comprobó que los costos de producción de ciertas clases de papel no resultaban económicos por el costo adicional derivado de la pérdida de tiempo al cambiar de una clase a otra. Además, el cliente no aducía ninguna razón valedera para solicitar una calidad determinada distinta de la habitual. También se observó en muchos casos que el comprador de papel se mostraba dispuesto a aceptar otra calidad de producto siempre que respondiera a sus necesidades y, sobre todo, que su precio fuera inferior.

El segundo factor, o sea la adopción de sistemas de control de los productos, es menos evidente en cierto modo. El control de la calidad, los procedimientos de ensayo y los métodos estadísticos de control son materia de un estudio separado y están fuera del alcance de este trabajo.

El objeto principal de los sistemas de control es conseguir uniformidad en la calidad de los productos, pero también persiguen un propósito secundario: no es indispensable proporcionar al cliente un producto de la más alta calidad que se pueda obtener técnicamente, sino el que corresponda a sus necesidades, costos de producción, precio establecido y condiciones del mercado. Expuesto de esta manera, el argumento puede parecer extraño. Sin embargo, es indudable que la calidad de los productos de muchas fábricas sobrepasa a las exigencias del uso a que están destinados, a las de la competencia y aun a las del cliente mismo. Hay una fábrica de celulosa cuyo personal directivo se enorgullece de su producto. Se trata de una celulosa excelente —muy superior a los productos competidores del mismo precio—, pero su óptima calidad se debe a que se emplea un drástico sistema de limpieza de la madera que significa una pérdida neta del 15 por ciento de la materia prima. La razón principal por la cual dicha fábrica mantiene esta práctica obedece, entre otras cosas, a que no cuenta con un sistema de control de los productos, y la

única manera de lograr la uniformidad consiste en aplicar métodos estrictos para la limpieza de madera.

Ya se ha indicado que la especialización y los sistemas de control constituyen materia de estudios separados. Se han mencionado aquí brevemente porque son factores importantes que influyen sobre la mano de obra y los desperdicios. Sin embargo, los factores principales que han condicionado las tendencias modernas en el diseño de las fábricas de papel y celulosa son los sistemas automáticos, el manejo de los materiales, la disposición del equipo y la integración de las fábricas. En este trabajo se examina la influencia que ejercen dichos factores.

2. CONTROL AUTOMÁTICO

La tendencia hacia el control automático y el uso de instrumentos no es peculiar de la industria de papel y celulosa, ya que puede observarse cada vez más en casi todas las actividades industriales. La tendencia general hacia los sistemas automáticos ha sido denominada "la segunda revolución industrial". Se han escrito muchos artículos y estudios sobre las fábricas, controles y mecanismos automáticos y hasta novelas en que se señalan las repercusiones sociales del automatismo en la producción.

Son muchos los factores que conducen a la adopción de sistemas de control automático en la industria de papel y celulosa. Resaltan a primera vista el superior control de la calidad y del material y la reducción de los desperdicios. La escasez de mano de obra que se registró durante la guerra y su costo elevado durante la postguerra, hicieron pensar en la posibilidad de reducirla mediante el control automático. Además, el gran aumento del tamaño de muchas fábricas de papel y celulosa y la necesidad de coordinar una larga serie de operaciones aisladas hizo imposible la operación manual en algunos casos.

La tendencia creciente hacia los sistemas automáticos está estrechamente ligada al desarrollo y diseño del equipo de fabricación. Los procedimientos discontinuos de fabricación requieren mucho espacio, lo que aumenta considerablemente el costo de instalación de una fábrica. Por este motivo se prefiere la fabricación continua, que demanda equipo más pequeño y espacio más reducido. Al mismo tiempo, los sistemas de control automático, que efectúan un mejor control de la calidad, reducen la demanda de mano de obra y se adaptan mejor a la fabricación continua; a la inversa, el diseño de la mayor parte del equipo para dicha fabricación se basa en el mantenimiento de un equilibrio permanente entre el material y la energía, que exige un control automático.

De este modo, el control automático y la fabricación continua, estrechamente ligados entre sí, surgieron condicionados por los costos de operación y de inversión. Es difícil indicar cuál ha dado origen al otro, pero nadie podrá negar que el control automático ha contribuido en gran parte a dar forma al diseño y a los procedimientos de las fábricas modernas de papel y celulosa.

Además de regular las operaciones con eficiencia casi óptima, los sistemas de control automático, por lo general, las registran. Esto constituye una fuente de datos e informaciones sin precedente sobre las operaciones de la planta y sus deficiencias. Todo ello es de un valor inapreciable para los investigadores y para el personal directivo de la fábrica, quienes tratan constantemente de mejorar el rendimiento y descubrir la causa de las fallas, aunque algunos consideran que los datos proporcionados por los instrumentos también contienen errores. Es abrumador el vo-

lumen de gráficos registradores que se debe reunir, reponer, analizar y archivar cada día en una fábrica moderna. Da la impresión de que el personal de las fábricas de papel y celulosa, que durante tantos años contaron con registros incompletos de las operaciones, se ha dedicado actualmente a registrar todo lo imaginable. Con el transcurso del tiempo, a medida que mejoren el equipo y la tecnología, es probable que disminuya el número de instrumentos de control y que sólo se lleven registros de las variables más importantes en los procedimientos. También se advierte una tendencia hacia el uso de instrumentos múltiples que registran diversas variables en un solo gráfico. Esta práctica contribuye a disminuir el número de gráficos y al mismo tiempo facilita el análisis y la comparación de las variables interdependientes.

El control automático en las fábricas de papel y celulosa no ha alcanzado todavía su completo automatismo. En la mayoría de los casos se reserva para ciertas etapas de los procedimientos, y hay poca coordinación entre las operaciones sucesivas. Sin embargo se ha progresado bastante en este sentido.

El último adelanto en materia de regulación automática y de control remoto lo constituye el tablero gráfico, en que se dibuja, o se forma con tiras o figuras plásticas, un diagrama de las distintas etapas de la fabricación. Los interruptores a control remoto y los instrumentos de regulación están montados en el tablero en la misma posición relativa que tienen en el diagrama. Por razones de espacio los instrumentos son, por lo general, de tipo miniatura.

La ventaja de los tableros gráficos reside en el hecho de que pueden apreciarse a primera vista los puntos que controlan, dentro del sistema, los distintos instrumentos e interruptores de control, lo que reduce las probabilidades de incurrir en errores. También son de gran ayuda para la capacitación del personal en la iniciación de un procedimiento o en la instalación de una fábrica nueva.

Es de esperar que la tendencia a una mayor automatización se acentúe y que, con el mejoramiento progresivo del equipo y de la tecnología de la fabricación continua, aumente constantemente el grado de interdependencia de los sistemas de control de las distintas etapas de la fabricación y disminuyan aún más las necesidades de mano de obra. Al mismo tiempo, desaparecerán en forma gradual los depósitos de almacenamiento que actualmente se necesitan para igualar entre cada etapa la cantidad de material que pasa y su calidad.

La mayor parte de los instrumentos que se emplean en la actualidad para el control automático son del tipo neumático. Tienen la ventaja de ser relativamente simples y el inconveniente de que es limitada la distancia de transmisión de su acción. Se introduce de manera paulatina el uso de instrumentos electrónicos, que no adolecen de esta limitación, pero cuya adopción encuentra cierta resistencia por la dificultad de repararlos.

En cuanto a las reparaciones, puede argüirse que los sistemas automáticos se adaptan muy bien al Canadá y los Estados Unidos, por la proximidad de los proveedores, pero no sucede lo mismo en los países distantes de ellos, como son los de América Latina. Además, la economía de la mano de obra no reviste en éstos tanta importancia, porque es más barata.

En respuesta a esta última observación habitual, debe señalarse que el empleo de sistemas automáticos no sólo disminuye la demanda de mano de obra sino que supone también un grado inferior de destreza en las operaciones. Para aprender a fabricar celulosa de calidad uniforme

haciendo uso del control manual, se necesitan años de experiencia. En cambio, con el control automático, casi cualquier persona puede obtener buenos resultados en menos de dos semanas. En consecuencia, si se proyecta construir una fábrica en un lugar apartado, con escasez o carencia absoluta de mano de obra especializada, el control automático servirá para reducir tanto el número de operarios que hay que capacitar como el período de capacitación. Por lo tanto, la fábrica puede comenzar su producción mucho antes y ello compensará con creces el costo de los instrumentos.

Por lo que toca a la segunda observación, es una verdad indiscutible que los instrumentos de control automático necesitan de un servicio de mantenimiento y que la eficacia de cualquier sistema de control depende de su bondad, aspecto que presenta las mayores dificultades. Si la fábrica está situada a gran distancia de sus proveedores y no dispone de un técnico en estos instrumentos, más vale olvidarse por completo de los sistemas automáticos. Toda inversión en esos instrumentos será dinero perdido.

Sin embargo, casi todas las compañías proveedoras mantienen excelentes programas de capacitación para el personal de las fábricas sobre el uso, cuidado y reparación de los instrumentos de control. De este modo se dispone de personal idóneo para proporcionar servicio de mantenimiento a cualquier instrumento que se adquiera.

El tamaño y el tipo de la fábrica también influyen en este sentido. Una fábrica de gran tamaño que use mucho los instrumentos e incluso una fábrica pequeña que produzca sólo uno o un número reducido de productos que permitan un control automático intenso, están en situación de mantener a un técnico o a un ingeniero especializados en estos instrumentos.

Por el contrario, las fábricas que producen gran variedad de productos, con un método de producción discontinua, y en las cuales el uso del control automático es limitado, no están por lo general en situación de mantener ese servicio de mantenimiento.

A veces, las fábricas cometen el grave error de adquirir sólo algunos de estos instrumentos que no justifican el disponer de una persona especializada en su mantenimiento. La carencia de ese servicio obliga muy pronto a dejarlos fuera de uso. Nos atreveríamos a insinuar que en las zonas distantes de los proveedores, la adopción de sistemas automáticos nunca debe ser parcial, sino completa o nula.

En el diseño de una fábrica grande para América Latina o una fábrica pequeña especializada sólo en un producto o en un número reducido de ellos, como celulosa o papel de diario, no debe vacilarse en recomendar sin reservas el empleo de instrumentos de control, hasta donde ello sea posible. Tratándose de una fábrica que produzca una gran variedad de papeles mediante un procedimiento discontinuo, debe recomendarse sólo el uso de servomecanismos mecánicos muy sencillos.

3. MANEJO DE LOS MATERIALES

El manejo de los materiales —es decir, el manejo eficiente y económico de las materias primas, de los materiales en proceso de fabricación y de los productos terminados— ha sido motivo de una esmerada atención en los últimos años. Al diseñar una fábrica se concede ahora la mayor importancia a este aspecto, que señala una de las grandes diferencias entre las fábricas antiguas y las modernas. En general, en la industria de papel y celulosa la expresión "manejo de los materiales" se aplica principalmente a las

materias primas o a los productos terminados. Sin embargo, aunque casi toda la conducción de los materiales durante las distintas etapas de fabricación en esta industria se hace a través de bombas y tuberías, se presentan algunos problemas de gran interés.

El manejo de las materias primas y de los productos terminados es simplemente una cuestión de economía: ¿cómo hacerlo al costo unitario más bajo posible? El costo elevado de la mano de obra en América del Norte fue el principal incentivo para que se estudiaran y se llevaran a la práctica procedimientos y técnicas para el manejo de los materiales, razón por la cual son más avanzadas en esta región las técnicas correspondientes.

El manejo de los materiales durante la fabricación constituye un problema independiente debido en gran parte a la tendencia que se observa hacia la fabricación en proceso continuo. Aunque la economía en la mano de obra constituye en sí misma un factor, el problema reside más bien en proporcionar una alimentación uniforme en las distintas etapas de fabricación, difícil de lograr por medios manuales. Lo importante en este caso es que el método adoptado proporcione el grado de control deseado y permita efectuar una operación continua eficiente, que requiere muy poco servicio de mantenimiento. De este modo, el costo queda relegado a segundo término y, en general, se opta por la mejor solución desde el punto de vista técnico.

El manejo de los materiales es muy complejo y variable, y depende apreciablemente de las características de la fábrica y del lugar. Puede afirmarse que en cada lugar y en cada fábrica, cada uno de los materiales es objeto de un estudio especial. Sin embargo, se intentará dar a conocer brevemente las tendencias más importantes.

La tendencia básica propende hacia el manejo de todas las materias primas en un solo turno; en algunos casos especiales, como en las fábricas grandes de papel de diario, esta tendencia abarca el manejo de los productos terminados. La economía de mano de obra que se consigue con esta práctica es evidente: en una operación de tres turnos la mano de obra se reduce a un tercio; en una operación de cuatro turnos, a la cuarta parte. El manejo de todas las materias primas en un solo turno exige un equipo de capacidad suficiente para cubrir las necesidades diarias de material y bastante espacio de almacenamiento con descarga automática para mantener funcionando a la fábrica en los turnos siguientes.

El manejo y almacenamiento de los productos químicos y del combustible en un solo turno no presenta en general dificultades y los gastos no son elevados. El almacenamiento de la madera troceada o en astillas tampoco constituye un grave problema o desembolso, pero el costo del equipo para manejar, descortezar y trocear la madera se eleva considerablemente cuando se trabaja en un solo turno. En el caso de las fábricas de celulosa a base de paja —y muy especialmente en las que también se efectúa el corte de la paja— es muy difícil trabajar en un solo turno y obtener una economía apreciable de mano de obra.

El manejo de la madera, que es la materia prima más común —y la más voluminosa e incómoda— en la elaboración de la celulosa, ha sido, como es natural, objeto de la mayor atención. Los métodos para su manejo varían considerablemente según el lugar en que se encuentra, el tipo y el tamaño de la fábrica y los medios y frecuencia del transporte.

Las fábricas que sólo se abastecen de madera en determinadas estaciones del año deben disponer de espacio suficiente para almacenar la madera que les permita cubrir las

necesidades de fabricación durante los períodos en que no reciben esta materia prima. En general, en los casos de almacenamiento prolongado, la madera se apila desordenadamente. Aunque es preferible el apilamiento ordenado, sobre todo en las fábricas de pasta química, sólo pueden adoptar este sistema las que deben almacenar una cantidad relativamente pequeña de madera o las situadas en lugares en donde el precio de la madera es muy elevado.

El apilamiento ordenado de la madera y la descarga de las pilas, sea mediante una grúa móvil, un sistema de transportadores o a mano, es muy costoso. Es mucho más barato el apilamiento desordenado por medio de un apilador y su descarga por medio de garra y grúa.

En las fábricas situadas en las regiones abastecidas de madera en forma relativamente regular durante todo el año no se presentan problemas de almacenamiento. En este caso, tanto el apilamiento desordenado con grúa como el ordenado en tongas o el almacenamiento en el agua resultan factibles y económicos.

En las fábricas modernas de gran tamaño del noroeste de América del Norte, el manejo de la madera se hace mediante transportadores de correa, los que proporcionan la mejor solución técnica en los climas septentrionales. Los costos de energía y mantenimiento son bajos y elevada la inversión.

No obstante, si el capital es caro y el costo inicial del sistema de transporte de madera es de importancia primordial, o si las cantidades de madera que deberán transportarse son pequeñas, se emplea en general un sistema de transportadores de cable aun cuando sea técnicamente inferior y altos los costos de energía y mantenimiento.

Los transportadores cortos o muy inclinados son en general del tipo de cadena. Sin embargo, se puede acarrear madera en transportadores de correa por un plano inclinado hasta de 8 grados siempre que se use correa de caucho del tipo palmeado. Los transportadores de cable pueden transportar madera por un plano inclinado hasta de 20 grados.

En los climas templados y en los lugares donde se dispone de agua en abundancia está ampliamente difundido el empleo de las canaletas en vez de los transportadores de correa y de cable que se usan en las fábricas del norte. Por razones obvias, las fábricas del norte sólo recurren a las canaletas para el transporte de la madera en el verano.

Los puntos críticos de cualquier sistema de transporte de la madera son los pasos de un transportador a otro. Lo ideal sería que los troncos pasaran sin caerse, a la misma velocidad que el transportador, y que se volvieran hacia la dirección deseada. Los troncos que caen desde gran altura o que golpean a los transportadores a gran velocidad pueden ocasionar daños graves o reducir su duración, y los que pasan desordenadamente pueden producir atascamientos. El diseño correcto de los tramos de paso de un transportador a otro es complicado y requiere mucha experiencia.

Antiguamente las tolvas para astillas estaban situadas encima de los digestores. En todas las fábricas modernas los depósitos para este fin están a nivel del suelo. Las razones son varias: las dimensiones de la sala del digestor restringían la capacidad práctica y hacían imposible el manejo de la madera en un solo turno; estructuralmente, era una construcción cara la de un edificio alto y estrecho con toda la carga concentrada en su parte alta; las astillas formaban arcos y la descarga era muy dispereja y requería muchas precauciones.

Con los depósitos a nivel del suelo no hay limitación en la capacidad y las estructuras pueden ser sencillas. Ac-

tualmente se usan dos tipos de depósitos a nivel: la tolva circular del tipo de silo y la rectangular patentada por Stadler Hurter and Co. El silo presenta la ventaja de su bajo costo inicial. Por su parte, las tolvas rectangulares de la firma citada son ventajosas porque las astillas no pueden formar arcos y salen libremente, lo que permite una operación totalmente automática y un control remoto por acción de botones. El manejo de la pasta terminada, ya sea seca o húmeda, mediante cortadoras longitudinales, toma-hojas automático, enfardadoras y pesadoras automáticas, y el práctico furgón elevador tipo horquilla, es normal en casi todas las fábricas modernas. Sin embargo, en el caso de las fábricas de papel hay notables variaciones en el manejo de los productos terminados y, a pesar de que los furgones elevadores se usan ampliamente, aún hay que recurrir a la mano de obra. Las fábricas más grandes han comenzado a instalar sistemas de transportadores bastante complicados en sus departamentos de acabado; la firma Stadler Hurter and Co. acaba de diseñar una máquina envolvedora de bobinas totalmente automática. Esta máquina enrolla la envoltura, la pliega, la engoma, coloca bandas terminales, corta la hoja y expelle una bobina envuelta en 45 segundos o menos. En una fábrica de papel de diario, una de estas máquinas, combinada con un sistema nuevo de transportadores y almacenamiento, envuelve toda la producción diaria de 1.000 toneladas. Tal sistema sólo requiere dos operarios por turno y ha significado una economía de 28 hombres. En breve se instalará otra de estas máquinas, de suerte que toda la producción de la fábrica podrá ser manejada y envuelta en un solo turno.

Aparte de subrayar una vez más que el manejo de los materiales es factor muy importante en el diseño de una fábrica moderna, que existe la tendencia a reducir esta operación a un solo turno y a emplear tolvas situadas a nivel de tierra para almacenar las astillas, es difícil añadir aquí nada que sea de carácter general en relación con las tendencias e influencia de los métodos y técnicas de manejo de los materiales sobre las fábricas de papel y celulosa. Las aplicaciones son específicas de cada problema, material o fábrica y varían enormemente los métodos empleados.

No debe olvidarse que, excepto el de los productos en proceso de fabricación, el manejo de los materiales es cuestión de economía; que la solución más correcta desde el punto de vista técnico no es siempre la mejor, y que una solución satisfactoria en determinada fábrica no se adapta necesariamente a otra.

A pesar de sus defectos, los transportadores de cable ofrecen con frecuencia una solución mejor que los de correa, técnicamente superiores.

La simple mecanización no es tampoco por necesidad la característica de un buen sistema de manejo de materiales. En una fábrica europea que debería haber continuado el apilamiento ordenado de la madera a mano, el sistema de grúa puente que se instaló, aunque redujo la mano de obra, dio un rendimiento muy bajo en cuanto a la inversión.

En el diseño de un sistema de manejo de materiales se presentan muchas opciones y no es asunto sencillo desarrollar correctamente cada una de ellas. Para poder hacer una elección adecuada se necesita disponer de una larga experiencia en los diversos métodos existentes.

4. DISPOSICIÓN DE LA FÁBRICA Y DEL EQUIPO

La disposición de la fábrica y del equipo es uno de los factores más importantes en el diseño de una fábrica mo-

terna de papel y celulosa. La influencia que ejerce la disposición del equipo sobre el rendimiento es fácil de comprender y está generalmente aceptada. En cambio, la influencia de las estructuras y de la disposición de los edificios sobre la eficiencia de la fábrica es menos evidente y no se le concede en general la importancia que merece.

Algunas de las normas más importantes que rigen una buena disposición del equipo son las siguientes:

1. Fácil acceso a todo el equipo y correcta instalación del mismo, para asegurar que sus piezas puedan sacarse sin dificultad para su revisión, reparación o recambio. Si no se facilita el acceso al equipo, éste no podrá repararse adecuadamente y se elevarán sus costos de mantenimiento. Asimismo, si no es fácil desmontar el equipo o reemplazar sus piezas, es muy posible que por las razones antes señaladas sea necesario en el futuro demoler paredes o remover los pisos con las consiguientes y graves paralizaciones de la fábrica.

Este aspecto, que debería ser obvio, se descuida a menudo. Se pueden citar los casos de algunas fábricas en que el acceso a los equipos era tan difícil que para reemplazarlos fue necesario efectuar cambios estructurales de importancia y destruir paredes y pisos, y otros en que el equipo permanecía escondido y abandonado, sin recibir servicio de reparación ni mantenimiento por varios años, hasta inutilizarse por completo. Podrían añadirse varios ejemplos semejantes.

Todo gasto que se haga para lograr mayor espacio, que permita el fácil acceso a los equipos, constituye una buena inversión. Conviene añadir que, por muy amplio que sea el espacio previsto en el diseño original, dentro de algunos años se hará estrecho debido a las mejoras que siempre se hacen en él y a la introducción de equipo auxiliar.

2. Facilitar el acceso a todos los puntos de control y de ajuste del equipo y cuidar de que los principales puntos de control se hallen cerca unos de otros. Si se dificulta el acceso a los controles o si el operador tiene que andar mucho para llegar a ellos, no los ajustará con la frecuencia que exige un grado óptimo de producción y de calidad. Se deberían instalar plataformas y escaleras adecuadas encima y alrededor del equipo y dotar de ascensores a los digetores y plantas de blanqueo que abarcan varios pisos.

3. Las tuberías o conductos que conectan entre sí los equipos no deben ser muy largos. De este modo se reducen no sólo los costos de instalación, sino también los de mantenimiento y energía. Sin embargo, todas las válvulas deben estar convenientemente colocadas. Si se hallan fuera de alcance o si, para hacerlas funcionar, hay que recurrir a una escalera, o bien estirarse o agacharse demasiado, no recibirán la atención debida. Lo mismo puede decirse de las cañerías y conductos, que, para poder recibir un servicio adecuado de mantenimiento no deben encontrarse en un sitio inaccesible y sin embargo deben guardar entre sí distancias convenientes. A veces puede ser necesario hacer más largas las tuberías o conductos de interconexión para colocar las válvulas en el punto adecuado, simplificando así su mantenimiento.

4. Siempre que sea posible, agrúpense los equipos similares. Por ejemplo, instálense en el mismo piso o en el mismo espacio intercolumnar todas las bombas de un mismo departamento. Evítese la duplicación de las operaciones. De este modo no sólo se logra reducir la mano de obra

empleada en ellas, sino también la del servicio de mantenimiento.

Estas son las principales normas para la disposición del equipo. Fundamentalmente, una disposición adecuada determina la eliminación de una parte apreciable de mano de obra y la carga adecuada de trabajo tanto para el personal de operación como el de mantenimiento.

Como ya se ha dicho, las ventajas de una buena disposición del equipo son universalmente reconocidas. Sin embargo, a la distribución de la fábrica propiamente tal y de los diversos departamentos se le concede menos importancia y es objeto de controversias.

La firma Stadler Hurter and Co. tiene su propia opinión, bien cimentada, en lo que se refiere al proyecto de instalación de una fábrica. Con el fin de dar a conocer las tendencias modernas en este terreno y las conclusiones a que se ha llegado, se hace en seguida una breve reseña histórica que puede ayudar a esclarecer este punto.

La mayoría de las fábricas de papel estaban antiguamente situadas cerca de un arroyo o de un río. De este modo no sólo se abastecían del agua necesaria para el procedimiento de fabricación, sino también de energía mediante ruedas hidráulicas. La transmisión de energía dentro de la fábrica se hacía por medios mecánicos: engranajes, barras o ejes cilíndricos, correas y poleas.

A consecuencia de lo anterior, las fábricas se concentraban cerca de las orillas de los ríos y, debido a las limitaciones de la transmisión mecánica de la energía, se levantaban unas muy cerca de las otras. La distribución de toda la fábrica estaba condicionada, principalmente, por la colocación de las ruedas hidráulicas y por el sistema mecánico de transmisión de la energía.

Al introducirse las máquinas a vapor, adquirió cierta flexibilidad la distribución de las fábricas. Sin embargo, todavía quedaba sujeta a las limitaciones de la transmisión mecánica de energía, pues no era práctico utilizar una caldera de vapor para mover cada máquina. Al perfeccionarse los motores eléctricos, se ampliaron las posibilidades de la distribución, aunque en los comienzos sólo se trataba de sustituir las máquinas de vapor o las ruedas hidráulicas por energía eléctrica; se siguió usando la transmisión de energía a las máquinas por medios mecánicos. Sin embargo, después de la introducción de la máquina a vapor e incluso, más tarde, del motor eléctrico, muchas fábricas continuaron montándose a lo largo de las riberas de los ríos con el fin de explotar al máximo las ruedas hidráulicas y la transmisión mecánica, tendencia que continuó en la segunda década de este siglo.

Estas fábricas anticuadas, muchas de las cuales todavía existen, se caracterizan por la falta casi total de flexibilidad en su distribución. Sus diversas construcciones están amontonadas y algunas secciones y etapas del proceso de fabricación se encuentran completamente cercadas por otras. Este amontonamiento de maquinarias y secciones dificulta el acceso al equipo y, en general, deja poco o ningún espacio para la circulación de los materiales o para la comunicación entre las distintas secciones.

La ampliación de dichas fábricas es virtualmente imposible sin duplicar casi en su totalidad las operaciones. Normalmente, a un lado de la fábrica está el río y al otro el departamento que se desea ampliar, bloqueado por completo por las restantes construcciones o por los patios o depósitos de madera. Así, cualquier ampliación o agregado debe hacerse como una operación duplicada o separada, lejos de la fábrica principal, lo que redundará en un aumento de las inversiones y también, desproporcionadamente, de

la mano de obra. Mientras más ampliaciones y operaciones se duplican, menor es el rendimiento de las fábricas. El servicio de mantenimiento, la continuidad en la elaboración, la supervigilancia y la circulación interna se hacen complicados, y se elevan los costos de producción.

Con la introducción de los motores eléctricos individuales en las fábricas de papel y celulosa, su distribución experimentó un cambio repentino. Como el principal defecto en la disposición de las fábricas antiguas era la falta de espacio y de previsión para las ampliaciones futuras, en algunas regiones se desarrolló la tendencia contraria, es decir, la distribución diseminada, en la cual los diversos departamentos de una fábrica —patios de almacenamiento de la madera, instalación de blanqueo, digestores, instalación recuperadora, caldera, depuradores, máquina papelera y departamento de acabado de los productos— se encuentran en edificios individuales, separados unos de otros, lo que facilita la ampliación de cada departamento. Los distintos cuerpos están unidos entre sí por transportadores y tuberías y por un sistema de caminos internos. Actualmente se construyen todavía fábricas conforme a este sistema diseminado de distribución.

Al proyectar fábricas, el autor y otros diseñadores canadienses no siguen esta tendencia. Tal vez la causa principal la determinan las condiciones climáticas. La mayor parte de las fábricas canadienses se hallan en regiones en que el invierno es largo y riguroso. La distribución diseminada presenta una mayor superficie de muros exteriores expuestos a la intemperie, circunstancia que eleva apreciablemente en este clima los costos de construcción y de calefacción. Además, la comunicación entre los distintos departamentos por medio de caminos descubiertos es bastante desagradable cuando cae una nieve espesa y la temperatura desciende a 40° C bajo cero o más.

La única solución práctica en un clima septentrional, según el criterio de los autores, consistía en una fábrica de distribución compacta, con el mínimo de superficie de muros expuestos a la intemperie. El único problema estribaba en evitar o eliminar los inconvenientes que presentaba la distribución compacta de las fábricas antiguas, o sea dotarlas de un sistema adecuado de circulación y prever espacio suficiente para las expansiones futuras sin duplicar las operaciones. Desde hace varios años Stadler Hurter and Co. practica un sistema de distribución que denomina de "pasillo central", modelo al que se adaptan casi todos los establecimientos industriales que ha diseñado.

Según este sistema, los departamentos se agrupan —siguiendo el orden de continuidad de las distintas etapas de elaboración— a ambos lados de un pasillo principal, destinado a la circulación, que corre por el centro de la fábrica a lo largo de los dos pisos principales. Las ampliaciones pueden efectuarse libremente por ambos lados. Es oportuno señalar que semejante distribución permite una ampliación simétrica sin que se dupliquen las operaciones y que la extensión de cualquier departamento constituye parte integrante del mismo y no una instalación separada.

Ese pasillo central conduce a todos los departamentos de la fábrica y facilita la circulación entre ellos con muy pocos ascensores. El equipo puede ser reemplazado o llevado a la maestranza, para su revisión o reparación, casi sin dificultad y cualesquiera que sean las condiciones atmosféricas. Las distancias que deben recorrerse son cortas.

Además de facilitar la circulación interna, el pasillo central sirve como sistema de distribución eficiente de vapor, agua, aire comprimido y energía. Las tuberías co-

rrespondientes —y a menudo los conductos de ventilación— corren a lo largo del pasillo central, ramificándose en cada departamento.

Esta distribución dio muy buenos resultados y, aunque originalmente fue concebida para hacer frente a condiciones climáticas adversas, también proporcionó otras ventajas. En primer lugar, los costos de construcción son más bajos que los de una fábrica de distribución diseminada y, si bien se aprecia menos esta ventaja en los climas más templados, en donde gran parte del equipo —los tanques de recaustificación, el equipo recuperador de calor, etc.— puede instalarse al aire libre, siempre representa una gran economía. Además de la menor exposición de la superficie de los muros, también se pueden eliminar muchas de las paredes divisorias internas; con lo que se logra una mayor reducción de los costos de construcción. Los costos de las tuberías y transportadores también se reducen, a causa de las menores distancias que separan las etapas sucesivas del procedimiento de elaboración. Los gastos por energía y mantenimiento son asimismo proporcionalmente más bajos.

Aunque en los climas más benignos se puede instalar un sistema de caminos que sirva para comunicar los departamentos aislados, son raras las fábricas que se levantan en regiones donde no llueva ni haga mal tiempo. Parece innecesario añadir que es preferible el sistema de comunicación interno, protegido contra las condiciones atmosféricas, no sólo para los operarios de producción, sino también para los que efectúan los trabajos de revisión y reparación. Cuando hace mal tiempo es perjudicial exponer el equipo a la intemperie en su trayecto al taller mecánico.

En la fábrica de distribución compacta el operario tarda mucho menos en llegar al lugar de su trabajo. Asimismo, a igualdad de otros factores, se necesita menos mano de obra, cuadrillas de servicio de mantenimiento más reducidas y menos personal de supervigilancia.

Sin embargo, la principal ventaja de las fábricas de distribución de tipo "pasillo central", tal vez resida en el hecho de que los operarios de los distintos departamentos pueden mantenerse en estrecho y rápido contacto. Al operario encargado del grupo de digestores le bastan unos pasos para cerciorarse del estado de la pasta en los lavadores al vacío. El operador de la instalación de blanqueo está en condiciones de discutir sus problemas personalmente con los operarios de la depuradora e imponerse de las dificultades que puedan haberse producido. Expresado lo anterior en otros términos, los operarios no constituyen un conjunto de individuos aislados, ligados únicamente por el teléfono, sino un grupo estrechamente unido; consciente de los problemas comunes. La supervigilancia y la coordinación en el trabajo se simplifican enormemente y se gana en eficiencia.

De un estudio comparativo de estos dos tipos de distribución moderna de las fábricas, se desprende que las ventajas de una disposición diseminada son las siguientes:

1. El proyecto de la fábrica en general es mucho más sencillo y de concepción más fácil.
2. El proyecto de los departamentos es también mucho más sencillo. La distribución del equipo dentro de un departamento puede hacerse con independencia de la de los demás, con lo que se logra una disposición óptima del equipo en cada uno de ellos.
3. Como resultado de la mayor simplicidad del diseño, el trabajo de ingeniería requiere menos tiempo y la construcción puede iniciarse poco después de comenzado el proyecto de ingeniería.

4. Como en este caso la fábrica se compone de cuerpos individuales, la construcción es más sencilla y hasta cierto punto más rápida que en el de un solo cuerpo de edificio de gran tamaño, factor que depende mucho del constructor. Si éste es experimentado, la diferencia no es muy grande.

A continuación se enumeran las desventajas de la disposición diseminada:

a) Este tipo de disposición sólo se presta para climas benignos.

b) La circulación entre los departamentos está sujeta a las condiciones climáticas y las distancias que deben recorrerse son grandes.

c) Las diferentes etapas de fabricación se convierten en operaciones aisladas y la comunicación, coordinación y supervisión de los departamentos son difíciles; los costos son más elevados.

d) Los costos de construcción son más altos.

e) Los costos y el mantenimiento de las tuberías y de los transportadores son más altos.

f) Generalmente, las ampliaciones no son simétricas y en algunos casos determinan la duplicación de las operaciones.

Las ventajas de la distribución compacta, tipo "pasillo central", son las siguientes:

1. La comunicación interna entre los distintos departamentos, la coordinación y la supervigilancia de los mismos son muy eficaces.

2. Los costos de construcción son inferiores, aunque esta ventaja es menor en los climas benignos.

3. Los costos de las tuberías y del manejo de los materiales son menores.

4. La demanda de mano de obra es menor.

5. Los costos de mantenimiento son más bajos.

6. La eficiencia total es superior.

Las desventajas son las que siguen:

a) El proyecto de ingeniería de la obra demora más tiempo.

b) La construcción puede exigir mayor plazo, aunque es oportuno mencionar que una fábrica de distribución compacta tipo "pasillo central", que el autor diseñó recientemente para un cliente japonés, se encontraba en plena producción exactamente un año después de iniciada su construcción.

Fundamentalmente, una fábrica de distribución diseminada puede considerarse como un grupo de departamentos o partes independientes ligadas entre sí en forma imperfecta mediante tuberías, transportadores y caminos. En cambio, una fábrica de distribución compacta puede considerarse como un conjunto integrado, entre cuyos departamentos siempre existe una cierta acción recíproca.

Como es de suponer, presenta mayores problemas diseñar una fábrica como una unidad que como una serie de componentes. Por otra parte, a veces es necesario sacrificar la disposición o emplazamiento de un departamento en beneficio de la fábrica en conjunto.

El autor de este trabajo opina que si una fábrica funciona como una unidad, debe diseñarse como tal y, a pesar de que es más difícil diseñar una unidad compacta que una serie de componentes individuales diseminados, las ventajas inherentes al diseño como unidad harán que ésta sea la tendencia predominante en los proyectos de instalación de las fábricas.

5. EL TERRENO DE LA FÁBRICA

Otro factor que puede ejercer una gran influencia sobre el rendimiento de una fábrica es su ubicación y las facilidades con que cuenta para el tráfico exterior. Es bien sabido que desde el punto de vista de la economía toda fábrica nueva debe estar situada en un lugar ventajoso con respecto a las materias primas, el abastecimiento de agua, la mano de obra y los medios de transporte tanto de las materias primas como de los productos terminados. Sin embargo, suponiendo que el lugar en que se va a establecer la fábrica sea el mejor desde un punto de vista económico, con frecuencia se incurre en graves equivocaciones en cuanto a la selección del sitio en que se va a levantar la fábrica o los terrenos de su propiedad, punto éste que merece ser discutido brevemente.

La equivocación más habitual radica en la falta de previsión con respecto a la extensión del terreno que va a ocupar la propiedad de la fábrica, que, en general, sólo satisface las necesidades inmediatas e impide futuras ampliaciones. Numerosas fábricas se encuentran en esta situación actualmente y en algunas los patios de almacenamiento están separados de ellas por zonas residenciales de pueblos o ciudades. Es ocioso añadir que en condiciones semejantes el costo del manejo de los materiales —tanto de las materias primas como de los productos terminados— es muy elevado. Lo correcto sería hacer una estimación máxima de las posibles ampliaciones futuras a base del volumen de materias primas con que se puede contar económicamente y, conforme a este criterio, determinar la extensión del terreno total de la fábrica.

Otro error en que también se incurre con frecuencia es edificar la fábrica en un lugar en donde los accidentes naturales limitan o hacen más costosas las posibilidades de ampliación, como sucede en el caso, realmente típico, de cierta fábrica europea que posee terrenos en ambas riberas de un pequeño río. En una orilla el terreno es relativamente grande y plano. En la otra hay una faja de tierra, muy angosta, situada entre un cerro grande y escarpado y el río. Por razones desconocidas, se construyó la fábrica en este último terreno. Varias veces ha sido ampliada, para lo cual fue necesario destruir enormes secciones del cerro y construir muros de retención. El costo de estas ampliaciones fue muy elevado y no se logró una distribución satisfactoria.

El tercer error que se comete comúnmente consiste en establecer la fábrica y los patios de tal manera que el acceso a los medios de transporte sólo puede realizarse por un lado o por un extremo de ella. Como consecuencia de este error, los cargamentos que llegan con materias primas y los que salen con los productos terminados se estorban mutuamente, lo que puede ocasionar un aumento de los costos en el manejo de los materiales. En el caso de la fábrica citada, situada entre el cerro y el río, además de que su ubicación prácticamente no permite las ampliaciones, tampoco favorece el acceso a los medios de transporte. El único acceso lo constituye una espuela de ferrocarril que atraviesa el río. Además, el terreno en que está

situada la fábrica es tan angosto que los carros de ferrocarril deben girar uno a uno sobre una plataforma antes de ser conducidos a los departamentos correspondientes. Si se considera que toda la materia prima recibida y todos los productos terminados deben pasar por esta plataforma y por esta espuela únicas, es fácil imaginar las dificultades que se producen en el manejo de los materiales.

El terreno ideal para establecer una fábrica debería ser relativamente libre de accidentes naturales y con extensión suficiente para permitir futuras expansiones, teniendo en cuenta el volumen de materias primas de que se pueda disponer económicamente. Además, en relación con los medios de transporte, sean terrestres o marítimos, debe estar situada de manera que no se entorpezca el tráfico de salida y llegada de los materiales. Las materias primas deben recibirse por un extremo o lado de la fábrica mientras que los productos terminados deben salir por el otro. Así como la organización del tráfico exterior constituye un factor importante en el diseño de una fábrica moderna, la extensión de los terrenos de la fábrica puede ejercer una gran influencia en las ampliaciones o adiciones futuras. El mejor equipo moderno y el proyecto de instalación de una fábrica mejor concebido pueden inutilizarse si el terreno ha sido elegido con un criterio mezquino aunque los restantes factores económicos de la región sean, en general, favorables.

6. ESTRUCTURAS DE LA FÁBRICA

Antes de entrar a considerar las distintas fases del procedimiento de fabricación en el diseño moderno de una fábrica, es conveniente hacer algunas consideraciones breves sobre las estructuras de las fábricas y su influencia en la eficiencia y la flexibilidad de las operaciones.

Tal vez debiera invertirse esta última afirmación, ya que la forma, el tamaño, la disposición y el tipo de las estructuras están determinadas por la disposición del equipo. En otras palabras, los edificios y las estructuras sirven ante todo de alojamiento y de soporte a la maquinaria y la forma que se da a los primeros está condicionada principalmente por las necesidades del equipo y no por consideraciones de carácter arquitectónico.

Las estructuras no pueden diseñarse antes de conocer la disposición definitiva del equipo; todo intento que se haga en contrario —es decir, para adaptar el equipo a una construcción previamente diseñada o existente— sólo dará como resultado una fábrica de bajo rendimiento.

Dos puntos de vista predominan en el diseño de las estructuras: según el primero, aunque la disposición del equipo determina la forma de las estructuras, éstas deben considerarse simplemente como medios de alojamiento y de soporte, independientes del equipo; conforme al segundo, el equipo y la estructura guardan relación entre sí. En este caso, igual que en la distribución de la fábrica, el autor de este trabajo opina que no debe existir una separación en el diseño, sino que la estructura y el equipo deben constituir un todo armónico. Las partes integrantes del equipo, como el montaje de las calderas, las canaletas, los estanques y las torres, pueden y deberían formar parte de la estructura del edificio. El diseño que así se obtiene es más simple y de mejor apariencia y requiere menos columnas que cuando las estructuras se diseñan como medios aislados de protección o de soporte.

En las fábricas de papel y celulosa son preferibles las estructuras de tipo de almacén. Las de concreto monolítico o las de tipo de muros de carga son muy difíciles y

costosas de alterar, en el caso de que sea necesario hacer algún cambio o ampliar la fábrica en el futuro. Son materiales adecuados para las paredes los ladrillos, los paneles de concreto prefabricados, los paneles de metal y los revestimientos de metal, madera o asbesto; su empleo depende de la situación de la fábrica, del clima y del costo de la construcción y de los materiales. Deben descartarse el concreto sólido y la mampostería ciclópea, debido a los costos que entrañaría cualquier cambio. Los pisos deben ser de concreto.

La armazón de las estructuras debe ser de acero o de concreto armado. Las columnas deben reducirse a un mínimo, aunque con ello se eleve ligeramente el costo de la estructura. Las columnas siempre estorban y obstruyen el acceso a los equipos. Aunque en la disposición inicial del equipo se hayan colocado convenientemente, casi siempre entorpecen cualquier modificación que se desee introducir en el equipo o en la disposición de la fábrica.

La opción entre el acero y el concreto armado para la armazón de las estructuras depende en gran medida de factores económicos. Sin embargo, en algunos departamentos indudablemente es preferible emplear acero, ya que un armazón de concreto no se presta con facilidad para las alteraciones o ampliaciones. Las salas de depuración y de preparación de la pasta, en general sufren con relativa frecuencia modificaciones que pueden hacer necesario variar también las estructuras. Es preferible diseñar estos departamentos con armaduras o, por lo menos, con travesaños y tirantes de acero. Asimismo es más conveniente que la construcción para una sola máquina de papel sea de acero cuando existe la posibilidad de agregar más tarde otra unidad adicional. De lo contrario, para la instalación de la segunda máquina sería necesario levantar una construcción desproporcionadamente grande, duplicando el pasillo de atención de las máquinas, o una hilera de columnas, que estorbarían el acceso a la segunda máquina.

En el caso de los departamentos de depuración y de preparación de la pasta, se recomienda que las estructuras para los edificios sean de acero y que los pisos se calculen no sólo para soportar las cargas originalmente establecidas sino para las que pudieran añadirse en el futuro. El equipo de estos departamentos está expuesto a cambios frecuentes, motivo por el cual el piso debe ser uniformemente resistente para soportar su peso, cualquiera que sea su colocación.

El autor de este trabajo opina que el diseño de las estructuras para una fábrica de papel y celulosa debe ser lo más sencillo posible. Las columnas deben reducirse al mínimo y colocarse teniendo en cuenta la distribución del equipo. Siempre que ello sea posible, el equipo debe formar parte de las estructuras. Se justifica ampliamente la inversión de un poco más de dinero y de tiempo para obtener estructuras ininterrumpidas y despejadas, con pocas columnas. El valor de las estructuras equivale a la cuarta parte del valor total de la fábrica, de manera que es una economía mal entendida estorbar el buen funcionamiento del equipo para lograr sólo un ahorro insignificante en el costo de la construcción.

7. REDUCCIÓN DE LOS DESPERDICIOS E INTEGRACIÓN DE LAS FÁBRICAS

Otra tendencia importante en el diseño de las fábricas modernas se refiere a la disminución de los desperdicios. Esto se ha logrado de diferentes maneras: perfeccionando el procedimiento de fabricación de manera que se produzcan

menos desperdicios; por el aprovechamiento del agua empleada en el procedimiento para usarla de nuevo; por la elaboración de productos de calidad secundaria con los desperdicios; obteniendo subproductos, y mediante la integración de varias fábricas.

La aplicación de métodos de limpieza y descortezamiento menos enérgicos, el empleo de equipo moderno para trocear, retrocear y clasificar la madera troceada y un conocimiento más profundo del efecto de la clasificación de astillas por tamaños, han reducido considerablemente las pérdidas en la preparación de la madera.

La refinación de las cerniduras del depurado mediante refinadores de disco y el uso intenso de las aguas blancas y de equipos para recuperar fibra han reducido aún más las pérdidas de la madera. El uso reiterado de las aguas blancas de fabricación reduce al mismo tiempo el consumo de agua y las pérdidas de calor del sistema.

En las fábricas de pasta química, el perfeccionamiento de los sistemas recuperadores de productos químicos y de calor y la modificación de las prácticas de cocción han disminuído considerablemente las necesidades de productos químicos y de vapor.

Esta reducción de los desperdicios y su aprovechamiento en el procedimiento principal se deben en gran parte al perfeccionamiento de la maquinaria y al empleo cuidadoso del equipo existente. Al planear una fábrica moderna se incluyen casi automáticamente todas estas mejoras en el diseño original. Sin embargo, la elaboración de productos de calidades inferiores con los desperdicios constituye una modificación del principio de aprovechar estos últimos en la fábrica y constituye un factor muy importante —a veces descuidado o ignorado— que debe tenerse en cuenta al diseñar una fábrica moderna.

El aprovechamiento de los residuos y de las aguas blancas se justifica económicamente con mayor dificultad en la fabricación de papeles de alta calidad y de pastas blanqueadas, ya que la cantidad de impurezas tiende a aumentar en el sistema. Además, el uso muy repetido de las aguas blancas puede elevar el costo del procedimiento de blanqueo porque el material fino de las aguas blancas consume una enorme cantidad de sustancias químicas y se desintegra y pierde en proporción elevada. El blanqueo enérgico que se hace para remover las impurezas afecta a la resistencia de la pasta. En consecuencia, una fábrica de papeles y pastas de tal calidad también debe elaborar productos de calidades inferiores, como el cartón, en donde se pueden aprovechar los residuos y las aguas blancas provenientes de la fabricación de productos de alta calidad. En cuanto a la obtención de subproductos, se han hecho investigaciones minuciosas en relación con la vainillina, los plásticos de lignina, el alcohol, la levadura, etc., que permiten esperar resultados muy halagadores. Sin embargo, hasta la fecha no han producido cambios importantes en el diseño de las fábricas. Las razones son varias; entre las más importantes está el hecho de que algunos subproductos tienen un mercado muy restringido y de que la producción de otros no se justifica económicamente en algunas regiones. A pesar de esto se continúan activamente las investigaciones y se espera que la elaboración de subproductos llegue a ser con el tiempo una fase importante de la industria de papel y celulosa.

Después de la adopción de los métodos específicos para reducir y volver a usar los desperdicios, tal vez la tendencia más importante desde el punto de vista de la reducción de los desperdicios sea hacia la integración de varias fábricas.

En su forma más simple, la integración determina la combinación de una fábrica de pasta mecánica o química con una de papel. La economía que significa una operación integrada de ese tipo es evidente y, siempre que ello es posible, se construyen fábricas combinadas de papel y pasta.

Otra forma de integración ampliamente difundida en los países escandinavos consiste en construir —por lo general en el mismo lugar— un grupo de fábricas que empleen madera como materia prima. El grupo puede comprender un aserradero y fábricas de pastas mecánica y química, de papel, de planchas de fibra, de madera terciada y de subproductos. Con su integración se consigue alcanzar el grado máximo de rendimiento de las materias primas, ya que toda la madera se aprovecha y los desperdicios de una operación pueden servir parcial o totalmente de materia prima para otra. Como los costos de la madera siguen subiendo, cada vez se integran más aserraderos con las fábricas de papel y celulosa, y un número creciente de éstas se combina con aserraderos, con fábricas de planchas de fibra y hasta con fábricas de madera terciada. Es de desear que esta tendencia hacia la integración adquiera cada vez mayor popularidad. No debe menospreciársela en la concepción de cualquier proyecto nuevo aunque en ella sólo se prevea el terreno y la disposición de edificios necesarios para la adición de las otras fábricas que puedan construirse en el futuro.

8. PROCEDIMIENTOS Y EQUIPOS

Hasta aquí, el presente trabajo se ha referido principalmente a la importancia del control automático, el manejo de los materiales, la disposición del equipo y la integración en las tendencias modernas del diseño de las fábricas. Según el autor, éstas son las características principales de una fábrica moderna de papel y celulosa y las que han influido más sobre las tendencias modernas del diseño. Aunque es importante, la influencia ejercida por cualquier cambio o desarrollo del procedimiento y del equipo de elaboración ha sido un factor secundario. Sin embargo, cualquier examen que se hiciera de las tendencias modernas del diseño de una fábrica de papel y celulosa sería incompleto si no incluyera una breve mención de esta materia.

La tendencia principal en relación con procedimientos y equipos es hacia la fabricación continua. Como ya se ha indicado, está estrechamente ligada a la tendencia a usar sistemas automáticos.

En cuanto al equipo, se observa una tendencia a adaptar la maquinaria existente al control automático, aunque en algunos casos ha sido necesario desarrollar un equipo fundamentalmente nuevo, diseñado especialmente para operar en forma continua.

También se nota una fuerte tendencia hacia el empleo de equipos de mayor capacidad con el doble fin de reducir la mano de obra y disminuir el costo de inversión. El aumento de la capacidad —principalmente mediante el empleo de equipos de mayor tamaño— se debe al deseo de reducir la mano de obra, ya que de este modo se consigue aumentar la producción, sin que aumente mucho el número de obreros. Cuando aumenta la capacidad del equipo gracias al mejoramiento de la eficiencia de las máquinas, por ejemplo en el caso de los depuradores, ello se debe más bien al deseo de reducir el costo de inversión. Tratándose de fábricas nuevas, un equipo de gran capacidad que ocupa un espacio reducido representa costos de instalación y de construcción más bajos, mientras que en las fábricas establecidas la instalación de un equipo de gran capacidad puede aumentar

la producción sin mayores cargos por concepto de alteraciones y ampliaciones de los edificios existentes.

Algunos fabricantes de equipo han tratado de uniformar la maquinaria que se emplea en la fabricación de papel y celulosa, por lo menos en lo que se refiere a ciertos accesorios comunes, como los rodamientos, engranajes, armaduras, etc., pero no se ha adelantado mucho en este sentido. El costo de la mayor parte del equipo de fabricación todavía es muy alto. Como consecuencia de la falta de normalización, los costos de mantenimiento y las existencias de repuestos también son elevados. Se ha sugerido que la solución consistiría en adquirir todo el equipo de un solo fabricante. Por desgracia, ninguno produce todo el que necesita una fábrica y en todo caso esta práctica no sería muy conveniente, ya que no todo el equipo que fabrica una sola compañía suele ser el mejor. Cada fabricante tiende a especializarse en determinados tipos de equipo. Sin embargo, se observa en muchas fábricas una tendencia bien definida hacia la normalización de tipos de equipos, adquiriendo, por ejemplo, los motores de un mismo fabricante, las válvulas de otro, las bombas de un tercero, etc. y en la medida de lo posible a repetir determinado tipo o tamaño. Esta normalización puede reducir considerablemente los costos de mantenimiento y las existencias de repuestos.

También se aprecia una tendencia hacia la adquisición de equipo de mayor tamaño que el necesario. En general, el costo de una unidad más grande no es mucho mayor al de la que cubre las necesidades momentáneas. La ventaja de una unidad más grande consiste en que permite aumentar la producción de la fábrica sin incurrir en grandes desembolsos adicionales. Además, cuando una fábrica inicia sus operaciones, generalmente es más fácil alcanzar la producción deseada con unidades de tamaño mayor que el necesario y, en muchos casos, al hacer funcionar el equipo a una capacidad inferior a la diseñada, se obtiene un grado más alto de eficiencia en el trabajo y costos de producción más bajos.

Para determinar la conveniencia de adquirir un equipo de mayor capacidad, debe hacerse un estudio prolijo teniendo presente que la decisión depende del posible aumento de la demanda y de consideraciones de carácter técnico y económico.

En el equipo de fabricación y en las cañerías se ha observado otro cambio, que consiste en el empleo de materiales de construcción anticorrosivos —aceros inoxidable, níquel, hierro fundido, metal Monel, cobre, bronce, tubería "Transite" (o de asbesto-cemento), caucho y materiales plásticos y cerámicos. Se prefiere el uso de materiales homogéneos, como cobre y acero inoxidable, sobre los materiales forrados o revestidos, como los aceros revestidos de caucho o material plástico, que son más susceptibles de deteriorarse. El hierro fundido, el acero, la madera y el concreto se han ido descartando rápidamente como materiales de construcción para los equipos de fabricación. Gran parte del equipo que se usa actualmente en las fábricas nuevas, o en la modernización de las antiguas, está hecho de aleaciones anticorrosivas o está revestido con caucho o material plástico. Las tinas de concreto puro han desaparecido virtualmente en las fábricas nuevas o modernizadas y hasta las fábricas nuevas de pasta mecánica tienen a menudo toda la tubería de acero inoxidable.

Esta tendencia a usar materiales de construcción mejores obedece, por una parte, al deseo de reducir los costos de mantenimiento y, por otra, a consideraciones relacionadas con la calidad de los productos. La circulación del agua en

circuito cerrado y el uso reiterado de las aguas blancas ha producido un aumento de la cantidad y de la temperatura de las mismas creando condiciones favorables a la formación de fango. Las incrustaciones en las tuberías de hierro fundido constituyen un serio inconveniente, así como en las superficies de madera y concreto, donde encuentran un medio favorable para desarrollarse. La mejor manera de hacer frente a estas dificultades es adoptar equipo y cañerías anticorrosivos y tinas revestidas con baldosas que pueden mantenerse limpios sin dificultad o en los cuales el fango y las materias incrustantes no se adhieren con facilidad.

9. EQUIPO DE SEGUNDA MANO

Se ha dicho reiteradamente que no se han producido cambios de importancia en la tecnología ni en los procedimientos básicos que se emplean en la fabricación de papel y celulosa y que, en general, el equipo tampoco ha variado mucho, aparte del aumento de su capacidad y de haber sufrido ciertas modificaciones para adaptarse a la fabricación continua. Cuando se trata de fábricas grandes, es muy conveniente el empleo de equipo de gran capacidad y la adopción del procedimiento continuo ya que redundan en una economía considerable de espacio y de mano de obra. Sin embargo, en el caso de las fábricas pequeñas, no son muchas las posibilidades de alcanzar esa economía mediante el uso de un equipo moderno de gran capacidad, y la fabricación continua no es apropiada en las fábricas que producen una gran variedad de productos.

En consecuencia, no es muy ventajosa la adquisición de un equipo moderno para fábricas pequeñas de producción diversificada y, si se considera que seguramente las que se instalarán durante algún tiempo en América Latina serán de este tipo, merece estudiarse con cuidado el empleo de equipos de segunda mano. Por ejemplo, el diseño de los desfibradores discontinuos o gemelos no ha variado desde hace muchos años y se pueden adquirir de segunda mano. Su duración es casi indefinida y hay muchos disponibles pues la mayoría de los fabricantes de pasta mecánica los han cambiado o los están reemplazando por desfibradores continuos de alta capacidad.

Los motores eléctricos rebobinados de segunda mano son perfectamente aceptables.

Algunos tipos de depuradores, espesadores y prensa-pastas tienen una larga duración y pueden adquirirse también usados.

El elemento individual más costoso de una fábrica de papel y celulosa es la máquina papelera propiamente tal; en el caso de las fábricas pequeñas la adquisición de una máquina de segunda mano merece estudiarse con cuidado. La duración útil de una máquina papelera es muy larga; la mayoría de ellas actualmente en uso tienen más de 30 años. En muchos casos se encuentran estas máquinas usadas en los mercados de ocasión, no porque estén desgastadas sino porque su capacidad es muy reducida desde el punto de vista de la producción económica en América del Norte. Si se encuentra en buenas condiciones (y aunque estén parcialmente reconstruidas, modernizadas y modificadas para su adaptación a un uso determinado), una máquina de papel usada puede dar resultados tan satisfactorios como otra nueva, con lo cual la inversión será equivalente a la tercera o cuarta parte.

De este modo, gran parte del equipo que se emplea en la instalación de una fábrica pequeña puede ser de segunda mano, sin que ello signifique una disminución apreciable de la eficiencia, con una inversión apreciablemente menor.

Sin embargo, en este caso, la fábrica debe diseñarse cuidadosamente, conforme a las mejores prácticas modernas, y el equipo debe seleccionarse con esmero, estudiando el estado en que se encuentra y si se adapta o no a las necesidades de esta clase de fábricas.

10. OBSERVACIONES FINALES

Es difícil tratar a fondo un tema tan extenso y de carácter tan general como lo es el de las "tendencias modernas en la disposición del equipo y en el diseño de las fábricas de papel y celulosa" dentro de las limitaciones del presente trabajo. Un libro, por su extensión, serviría mejor a este propósito.

Sin embargo, si este trabajo ha logrado atraer la atención sobre la señalada influencia que ejerce el empleo de medios automáticos, el manejo adecuado de los materiales, la disposición del equipo y la integración de las fábricas en el rendimiento de una fábrica de papel o celulosa, y ha hecho ver que el diseño de una fábrica moderna de este tipo tiene más importancia que la adquisición de una maquinaria moderna apropiada, se puede decir que ha llenado su cometido. En verdad, repitiendo lo que se indicó al comienzo, se puede diseñar una fábrica fundamentalmente moderna empleando un equipo de hace diez años; lo mismo puede decirse en el caso opuesto, o sea que se puede construir una fábrica anticuada utilizando equipo moderno.

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA Y EL DESALOJAMIENTO DE DESECHOS DE FABRICACION, COMO FACTORES EN LA LOCALIZACION DE FABRICAS DE PAPEL Y CELULOSA¹

Julius Grant

Desde los comienzos de la industria papelera, la existencia de una fuente de abastecimiento de agua abundante y de buena calidad ha sido uno de los factores principales para determinar su sitio de emplazamiento. La introducción, primero, del papel fabricado a máquina y, después, de la elaboración de la pasta en gran escala, acentuaron esta dependencia del agua, por lo menos desde el punto de vista cuantitativo. Los procedimientos modernos para tratar las aguas han permitido en cierto modo aprovechar en la fabricación de papel y celulosa las que antes se consideraban inadecuadas. Esos mismos factores han dado origen, sin embargo, al problema de la eliminación de las aguas residuales de la fábrica.

Estos tres factores, es decir, la cantidad y la calidad del agua y la eliminación de las aguas residuales, constituyen los temas de este estudio.

I. CANTIDAD DE AGUA NECESARIA

La cantidad de agua que se necesita para la fabricación de papel y celulosa dependerá en gran medida del producto que se va a elaborar. Como, aun en las mejores condiciones, es más común la escasez que la abundancia de agua, es preferible hacer un cálculo elevado del posible consumo de agua. En consecuencia, se podrían estimar de la manera siguiente las necesidades de agua por tonelada de producto terminado:

	Metros cúbicos
1) Pasta química sin blanquear	160
2) Pasta química blanqueada	180
3) Papel fabricado a base de pasta	210
4) Fabricación integrada de papel y celulosa	360

Dichas cantidades pueden variar por diversas causas. Por ejemplo, para fabricar pasta sin blanquear mediante el procedimiento al sulfito se necesitará mayor cantidad de agua que con el procedimiento al sulfato. Asimismo, en la elaboración de pastas blanqueadas, el número de etapas de blanqueo determinará la cantidad de agua necesaria.

Las cifras señaladas incluyen el agua imprescindible para producir el vapor necesario para el proceso de elaboración y para generar la energía que exigen los procedimientos respectivos. Por lo tanto, cuando la energía eléctrica procede de una fuente externa (por ejemplo, de una instalación hidroeléctrica) debe hacerse la correspondiente reducción en las cifras. Conviene señalar, sin embargo, que éstas no comprenden el agua utilizada en el condensador de las turbinas a vapor, que comúnmente, y siempre que su temperatura lo permita, se enfría, se devuelve al lugar de su procedencia y se usa de nuevo, o bien se emplea en el procedimiento de fabricación.

En dichas cifras también se ha previsto la recuperación

de una proporción razonable del agua que se usa en la fabricación, como las aguas blancas o de desgote, cuyo volumen varía considerablemente según el tipo de la fábrica. Así pues, en la preparación de pasta (sobre todo sin blanquear), esta proporción es mucho menor. La lejía negra proveniente de los digestores, por ejemplo, contiene gran cantidad de materias solubles que no pueden ser eliminadas, lo que provoca la pérdida de dicha lejía y por lo tanto del agua. Aun que se emplee un procedimiento alcalino y se envíen las lejías a la planta de recuperación, gran parte del agua se pierde por la evaporación. Asimismo se pierde el agua proveniente del lavado de la celulosa sin blanquear. Las materias primas de fibra corta, como la paja y el bagazo, contienen una gran proporción de restos de fibras finas y otros componentes similares de las plantas, muchos de ellos en suspensión coloidal, lo que hace muy difícil o costosa su eliminación.

A veces es posible recuperar determinadas cantidades de agua en las instalaciones de blanqueo, especialmente en las últimas etapas del lavado. No debe olvidarse, sin embargo, que el principio básico de la elaboración de pasta (que incluye la cocción, el lavado, la depuración y, en su caso, el blanqueo) consiste en eliminar de la materia prima los componentes celulósicos no fibrosos y de otra índole. Como esto se consigue solubilizándolos y desalojándolos mediante el lavado, el volver a emplear la lejía o las aguas de lavado es naturalmente contrario al principio general antes indicado.

En el caso de fábricas integradas, es indudable que se podrá recuperar la mayor cantidad de agua en las etapas relativas a la fabricación del papel. Pero también en este caso el grado de recuperación varía según las circunstancias y, especialmente, según la clase de papel que se fabrique. La producción de una sola clase de papel, con pocos cambios y un mínimo de interrupciones, favorece la adopción de un sistema cerrado de aprovechamiento de las aguas blancas. Los cambios frecuentes producen el efecto contrario. Los cambios de color, e incluso de matiz, crean dificultades especiales por razones que conocen muy bien los fabricantes de papel.

Los procedimientos para la recuperación de las aguas blancas están muy generalizados. La experiencia muestra que una fábrica equipada con varias máquinas para elaborar diferentes clases de papel debería tener para cada una de ellas un sistema independiente de circulación de aguas blancas, y en lo posible sus propios medios para usar toda el agua blanca que producen. Esto último no es siempre factible, aunque cada máquina tenga su propio recuperador de fibra. Con frecuencia hay un excedente de agua blanca que se envía a uno o más depósitos generalmente comunes a varias máquinas. En una fábrica integrada dicho excedente puede aprovecharse, sea devolviéndolo a la instalación donde se prepara la pasta y usándolo para lavar ésta si el agua es relativamente pura, sea para cargar los digestores si está coloreada. De este modo, rara vez habrá excusa para desperdiciar las aguas blancas en tal tipo de fábrica. Esta consideración tiene importancia desde tres puntos de vista: el de la economía

¹ Versión completa revisada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.6.2. La mayor parte de los ensayos mencionados en este trabajo fueron realizados por el autor, y los procedimientos recomendados se basan en la experiencia recogida por él.

de agua, el de la recuperación de la fibra, y el de la reducción de la descarga de los desechos de fabricación.

Una vez determinada la cantidad probable del agua necesaria en una fábrica, el problema es cómo conseguirla. Puede ser acertado calcular una cantidad que exceda por lo menos en un 10 por ciento la cifra estimada en principio y también conviene dejar cierto margen para cualquier ampliación futura. El agua es una de las materias primas más importantes en las fábricas de papel o celulosa y al elegir un posible sitio de emplazamiento, debe rechazarse en todo caso el que proporcione sólo el mínimo de agua.

En la gran mayoría de los casos el agua provendrá de una de las tres fuentes siguientes o de varias más: un río, un lago o pozos. Es muy arriesgado recomendar para el emplazamiento de una fábrica un lugar en que el agua necesaria no sea visible todo el año, incluso en los períodos peores. Por esta razón hay que desconfiar de los pozos y adoptar una actitud particularmente escéptica en cuanto a las informaciones que sobre ellos se recojan en el lugar. Es muy común que la gente diga que "hay bastante agua bajo tierra", por estar acostumbrada a medir la cantidad de agua según el grado en que satisface sus necesidades domésticas. Es probable que den tal información de muy buena fe, pero sin tener la más remota idea de lo que representan los 650 metros cúbicos de agua por hora necesarios en el caso hipotético de una fábrica que produzca, con su propia pasta, 50 toneladas diarias de papel.

Donde no existe otra opción que el agua de pozo, se puede recurrir a perforaciones de prueba, aunque también esta práctica presenta sus limitaciones y dificultades. Los pozos son muy irregulares y después de cierto período de servicio pueden secarse o dar muy poca agua. A veces sustraen las reservas subterráneas de otros pozos vecinos, lo que puede provocar litigios, o, por el contrario, sus aguas pueden vaciarse en otro pozo excavado con posterioridad. A estas eventualidades hay que agregar que los trabajos de sondeo son caros y pueden resultar infructuosos y, como el terreno se adquiere después de hacer las excavaciones, si éstas son fructíferas, existe la posibilidad de que el precio de venta suba repentinamente.

Las consideraciones precedentes no deben tomarse como un repudio total del empleo del agua de pozo en las fábricas de papel y celulosa. Sin embargo, es necesario proceder con cautela. En las etapas iniciales se puede recurrir a la ayuda de un geólogo experimentado, preferentemente de la localidad. También se ha podido comprobar que los "adivinatorios" de la existencia de aguas subterráneas, tan menospreciados, obtienen a veces resultados sorprendentes. La dificultad estriba en encontrar uno auténtico; se puede confiar en los que sólo aceptan la remuneración después de comprobados los resultados, pero éstos son muy escasos. Muchas fábricas se abastecen únicamente de agua de pozo desde hace muchos años y en general, tienen la gran ventaja de contar con agua cuya calidad, a la par que buena, es invariable.

Entre las dos fuentes opcionales de agua de superficie es preferible el lago, especialmente en los países donde las estaciones o los períodos lluviosos y secos son bien definidos. En estos casos, el lago contrarresta dichos efectos extremos, porque se llena durante las estaciones lluviosas y se vacía gradualmente durante los períodos de sequía. Además, su gran volumen de agua cumple la función de un enorme estanque que permite la sedimentación de las materias en suspensión, por muy finas que ellas sean. De este modo la composición del agua es invariable, hasta cierto punto, durante todo el año. El uso del agua proveniente de lagos

artificiales construídos en las regiones montañosas con el propósito de que sirvan de depósito para el abastecimiento de agua de las ciudades, o para fines hidroeléctricos, proporciona ciertas ventajas especiales. En general, dichas aguas no contienen materias en suspensión y, debido a la precipitación de la humedad atmosférica que se produce a esas alturas en casi todas las regiones del mundo, las condiciones generales de la sequía apenas los afectan. No es indispensable, en este caso, establecer la fábrica cerca del lago. El agua puede ser llevada a grandes distancias por medio de cañerías, aprovechando el declive del valle situado al pie de la represa. En algunos casos la fábrica se ha situado de tal modo que aprovecha tanto el agua de una planta hidroeléctrica —después de pasar por las turbinas— como la energía barata generada en ella.

En cuanto a los ríos, que constituyen una fuente usual de abastecimiento de agua, muy poco puede decirse respecto a la cantidad de agua disponible. Sin embargo, al elegir el lugar de emplazamiento de una fábrica, es muy importante obtener las informaciones estadísticas más completas posibles sobre el gasto del río en las distintas estaciones del año y, de ser factible, por un período no inferior a los diez años precedentes. En algunas regiones se registran variaciones sorprendentes entre los períodos lluviosos y los secos, y en estos casos se puede incurrir en grave error si se sigue un criterio basado en las condiciones medias. La advertencia anterior, que también es valedera en cuanto a la calidad del agua, reviste importancia desde los dos puntos de vista extremos, pues también deben prevenirse los efectos del exceso de agua (por ejemplo, las inundaciones). Cuando la configuración del terreno permite aprovechar un río cercano a la fábrica para construir un lago artificial, se logran las ventajas de éste y muchas veces se pueden eliminar los peligros de una inundación. En general, es fácil reconocer un terreno expuesto a las inundaciones, pero éstas no se producen exactamente en determinadas estaciones y la opinión personal de una persona extraña a la localidad puede ser muy errada. El conocimiento de la gente del lugar sobre las inundaciones suele ser digno de toda confianza, aunque sus versiones tiendan a ser exageradas, lo que introduce un elemento conservador en las estimaciones.

Son pocos los países que no disponen de informaciones estadísticas oficiales sobre el gasto de los ríos más importantes. Generalmente existe una dependencia oficial competente que puede informar sobre estos asuntos gracias a su profundo conocimiento de las hoyas hidrográficas.

2. CALIDAD DEL AGUA NECESARIA

En los albores de la industria manufacturera de papel se aceptaba el agua de la mejor calidad posible. Sin embargo, la diversidad de procedimientos para fabricar papel y celulosa y los métodos modernos para tratar el agua han contribuído a que se siga un criterio menos estricto en su selección y hoy día basta que el agua sea adecuada para un fin determinado.

El criterio aplicable se basaba en la fabricación de papel y no en la elaboración de celulosa, en la época del papel hecho de trapos y a mano, para escribir y para imprenta; por ese entonces no se conocía todavía el papel de envolver. No es necesario dificultar más la búsqueda de agua, estableciendo especificaciones estrictas de pureza para todas las etapas del proceso de fabricación.

A continuación se tabulan —en partes por millón— las especificaciones de la Asociación Técnica de la Industria de Papel y Celulosa (TAPPI) de agua adecuada para la fabri-

cación de cuatro clases diferentes de papel. La comparación de las cifras (por ejemplo, en cuanto a turbiedad) aclara el punto precedente. Debe señalarse, no obstante, que las especificaciones correspondientes a los papeles finos no son suficientemente estrictas para la fabricación de papeles especiales, como papeles para fotografía, copias heliográficas, cigarrillos, toallas faciales, etc.

	Papeles finos	Papeles kraft		Papeles de pasta mecánica
		Blanqueados	Sin Blanquear	
Turbiedad	10	40	100	50
Color (Pt)	5	25	100	30
Dureza total (CaCO ₃)	100	100	200	200
Dureza de calcio (CaCO ₃)	50	—	—	—
Alcalinidad con naranja de metilo (CaCO ₃)	75	75	150	150
Hierro	0,1	0,2	1,2	1,3
Manganeso	0,05	0,1	0,5	0,1
Cloro libre	2	—	—	—
Silice soluble	20	50	100	50
Total de sólidos disueltos	200	300	500	500
Dióxido de carbono libre	10	10	10	10
Cloruros (Cl)	—	200	200	75

Esta cifras se refieren exclusivamente al papel. En el caso de la pasta debe suponerse que el agua utilizada en las últimas etapas del lavado de la misma (por ejemplo, después del blanqueo) debe ajustarse a las especificaciones correspondientes ya mencionadas, antes de pasar a los trituradores o a las pilas refinadoras de la fábrica de papel. En las operaciones anteriores puede admitirse un grado inferior de pureza del agua, aunque siempre reviste importancia la presencia de materias en suspensión, ya sean gruesas o relativamente finas. Así, por ejemplo, existe cierta tolerancia en cuanto al grado de pureza química del agua que se usa para cargar los digestores, porque los productos químicos se agregan a los licores de cocción en tal cantidad que su acción contrarresta la de cualquier materia salina presente en el agua. Incluso las materias orgánicas disueltas (como las provenientes de las aguas de superficie) revisten menor importancia, ya que se eliminan durante la cocción de manera similar a la separación de los componentes no celulósicos, cualquiera que sea la materia prima que se use. Hay fábricas de celulosa al sulfito situadas en la costa que emplean el agua de mar en esta fase del proceso.

No se puede proceder con tanta libertad con el agua utilizada en las últimas etapas de la elaboración de la pasta porque, una vez desalojada la lejía negra, lo que se persigue es la eliminación progresiva de todas las impurezas, cualquiera que sea su origen. A este respecto, las materias salinas tienen menor importancia que las materias orgánicas disueltas, si bien, cuando se emplea el procedimiento de blanqueo (que hoy día suele efectuarse en varias etapas), se elimina rápidamente cualquier materia orgánica que contenga el agua, y el mayor consumo de productos químicos que requiere es, en general, insignificante. El agua que se emplea en las etapas intermedias de la elaboración de la pasta (por ejemplo, en la dilución para la depuración, etc.) proviene en alguna forma de las aguas blancas recirculantes.

Cuando una fábrica elabora, por ejemplo, pasta blanqueada para la venta, es evidente que la calidad del agua debe, por lo menos, ajustarse a las especificaciones consignadas en el cuadro relativo a los papeles finos. El aprovechamiento inteligente de la flexibilidad de estas especificaciones del agua en los distintos procedimientos de fabricación de papel y celulosa e incluso en las diversas etapas de un mismo pro-

cedimiento, ha ayudado mucho en la localización de las fábricas. Con frecuencia se ha escogido un sitio en donde no había suficiente agua de alta calidad (por ejemplo, de pozo) para cubrir las necesidades de toda la fabricación, pero se disponía de una fuente de abastecimiento de agua menos pura (por ejemplo, de río) para cubrir el déficit.

Las especificaciones expuestas en el cuadro merecen ser comentadas brevemente. No hay que interpretarlas todas con mucha rigidez. La dureza y la alcalinidad, que en cierto modo suscitan objeciones, no constituyen factores decisivos para determinar la conveniencia de las aguas; se pueden citar varios ejemplos de fábricas que producen papeles finos de alta calidad empleando agua con un grado de dureza muy superior a los señalados en las especificaciones de la TAPPI. En efecto, razones evidentes permiten afirmar que las aguas duras ayudan al encolado mediante la formación de un resinatado de calcio y compensan con creces cualquier pequeño consumo adicional de alumbre, necesario para neutralizar la alcalinidad del agua. La principal dificultad con que se tropieza al emplear aguas duras en el proceso de fabricación consiste en la formación de incrustaciones, muy especialmente en los cilindros secadores. Cuando, además, hay sílice soluble, pueden presentarse algunas dificultades debido a las incrustaciones muy duras y resistentes que se forman en las pilas mezcladoras, blanqueadoras y lavadoras, sobre todo en presencia de una solución de hipoclorito cálcico.

Las especificaciones de contenido de hierro también suscitan objeciones, aunque en algunos casos especiales (como en la fabricación de papel para fotografía y papel "ferrobase") sólo se toleran cantidades muy pequeñas. En tales casos preocupa más a la fábrica de papel el contenido de hierro en la pasta que en el agua que se use. Se supone que el hierro se combina con la brea formando resinatados de coloración oscura que disminuyen la blancura de los papeles. Este fenómeno será sensible si se toleran cantidades relativamente grandes de hierro. En un experimento en que se pusieron deliberadamente sales de hierro solubles en las pilas refinadoras se comprobó que era necesario agregar estas sales en grandes cantidades para conseguir una diferencia notable en el contenido de hierro o en el color del papel. Este experimento permitió usar alumbre con un contenido mayor de hierro y por lo tanto más barato. Por consiguiente, parece que el contenido de hierro del papel depende sólo en un grado ínfimo del contenido de hierro soluble en el agua.

Las especificaciones de la TAPPI no señalan un límite para los cloruros en el caso de los papeles finos aunque los incluyen en los sólidos disueltos. Los límites más altos para las tres clases restantes de papeles (advértase que los indicados para los papeles kraft y de pasta mecánica son contradictorios) se fijaron considerando que las cantidades mayores de cloruros propenden a corroer ciertas partes metálicas de la instalación. Este punto merece tomarse en cuenta cuando se usa agua salada en cualquier etapa del proceso, o cuando el agua dulce proviene de ríos o pozos cercanos al mar y expuestos a la infiltración salina. Sin embargo, en el caso de los papeles finos, también pueden objetarse los cloruros por el efecto que producen en el papel mismo. Razones convincentes permiten aducir que, sobre todo bajo la influencia del calor y de la humedad y con un pH bajo, los cloruros presentes desarrollarán una acidez que ataca a la celulosa y disminuye su resistencia y durabilidad. Cuando todavía se empleaba el cloruro de cal para blanquear, eran desconocidas las consecuencias desastrosas de dejar en la pasta residuos de licor de blanqueo.

En algunas especificaciones de este tipo, preparadas para papeles con un grado máximo de fijeza, el mayor contenido

de cloruros no excedía de 0,05 por ciento y el pH no era inferior a 6,0. Es probable que los contenidos de cloruro de esta magnitud provengan de la pasta más bien que del agua, pero es muy conveniente —al elegir el lugar de emplazamiento de una fábrica de este tipo de papeles— asegurarse de que el contenido de cloruro del agua no exceda las 15 partes de cloro por millón. El depender totalmente de la cifra de los sólidos disueltos puede originar graves equivocaciones.

Las aguas naturales están libres de cloro residual, pero éste puede presentarse si la fuente de abastecimiento se comparte con una población. Su presencia es especialmente perjudicial en la fabricación de papeles de color.

Las cifras relativas al dióxido de carbono libre (el cual puede producir corrosión) y a la sílice son bastante rígidas. Conviene que el contenido de manganeso sea bajo, porque tales compuestos decoloran el papel y porque su presencia en los papeles para envolver alimentos grasos produce ranciedad.

No es económico ni necesario ablandar el agua que va usarse en la elaboración, aunque es indispensable hacerlo en el agua que se usa para la generación de vapor. Sin embargo, cierta parte del tratamiento del agua de elaboración puede efectuarse a bajo costo. Invariablemente se comienza por una depuración burda para separar los residuos flotantes, seguida de una filtración más estricta, que por lo general se efectúa a través de filtros de arena, con el propósito de hacer desaparecer la turbiedad causada por las materias más gruesas. Cuando la turbiedad se debe a partículas finas o el agua ha adquirido coloración (por ejemplo, la que atraviesa eriales de turba) se debe emplear un tratamiento químico. En general, basta una simple dosificación automática de alumbre, sólo o mezclado con sulfato ferroso, seguida por un tratamiento de coagulación, sedimentación y filtración del agua clarificada. En esta etapa se puede recurrir a la cloración para prevenir la formación de fango. Los análisis del agua resultante deben ajustarse a las especificaciones correspondientes indicadas con anterioridad, sujetas siempre, como es de suponer, a las modificaciones que puedan hacerse con motivo de las observaciones formuladas.

Así pues, es posible acondicionar aguas de distinto origen para la fabricación de papel o celulosa. Sin embargo, una vez escogido el sitio teniendo en cuenta lo anterior —y determinado el tipo de la instalación purificadora de agua necesaria, se debe tomar la precaución de hacerla adecuada para todos los climas. En algunas partes del mundo en donde existen grandes cuencas, las lluvias pueden transformar a los ríos, en el transcurso de pocas horas, de corrientes tranquilas, con aguas transparentes e incoloras, en torrentes de aguas fangosas de color café, lo que vendría a aumentar el trabajo de cualquier instalación purificadora de agua. En estos lugares debe tenerse una reserva de agua adecuada para neutralizar sus efectos. En un caso, por ejemplo, se extrae agua del río mediante bombas (durante los periodos de calma) y se la lleva hasta un pequeño lago artificial situado en la parte alta del valle, del cual se la toma más tarde para someterla a tratamiento y usarla en la fabricación, según se ha descrito antes.

Debe señalarse que el agua apropiada para la elaboración o para la generación de vapor, incluso después de ser tratada, no es necesariamente adecuada para beber, desde el punto de vista bacteriológico. En las regiones aisladas, que disponen de una sola fuente de abastecimiento de agua para usos industriales y domésticos, se debe tomar una muestra del agua y someterla periódicamente a exámenes químicos y bacteriológicos. Se sabe por lo menos de un caso en que se

descuidó esta medida de seguridad y la omisión dio lugar a una grave epidemia.

3. DESALOJAMIENTO DE DESECHOS DE FABRICACIÓN

Los párrafos siguientes tratan de este tema tan amplio, sólo en relación con los aspectos principales que influyen en la elección del lugar de emplazamiento de una fábrica.

En todo el mundo se confiere creciente importancia al valor económico y biológico de los ríos, incluso en los países insuficientemente desarrollados. En algunos casos y de modo especial en los países pequeños y con ríos de poca importancia (como la Gran Bretaña), dicho interés ya se ha manifestado mediante una legislación extraordinariamente restrictiva. Esta situación crea graves problemas a las fábricas existentes y dificulta en grado sumo su ampliación o la construcción de nuevas instalaciones. Ni las aguas de las mareas escapan a estas restricciones legislativas. Se observan estas tendencias hasta en los países que poseen ríos grandes e industrias incipientes. Por lo tanto, sería muy poco prudente seleccionar un lugar de emplazamiento basándose en la suposición de que la fábrica podrá arrojar sus aguas servidas en un río local, única y exclusivamente porque hasta ese momento no existe ninguna restricción al respecto. Siempre es oportuno exponer con franqueza al departamento de gobierno correspondiente o a otras autoridades oficiales el volumen aproximado y la composición química de las aguas servidas y obtener la autorización oficial para desalojarlas de la fábrica.

Cuando no es posible arrojar los desechos de fabricación al mar, muy raras veces se presenta la opción de vaciarlos en un río. En algunos casos se ha podido aprovechar, con muy buenos resultados, una mina abandonada o un pantano de gran tamaño. Los ríos, generalmente, atraviesan ciudades, pueblos u otras zonas habitadas y aunque no tengan pesca ni sean muy pintorescos, no es conveniente contaminarlos con las aguas negras provenientes de una fábrica de celulosa. En las regiones más apartadas, el ganado (y hasta los seres humanos) beben de las aguas de los ríos, que también sirven para el lavado y aun para el riego, de manera que en esos lugares los desechos de fabricación pueden resultar nocivos. Aun cuando se viertan en el mar las aguas servidas, convendrá estudiar las corrientes marinas, especialmente en los mares libres de grandes mareas, como el Mediterráneo. Se sabe de un caso en que las corrientes marinas de un lugar en el cual se había pensado vaciar los desechos de fabricación los habrían conducido, prácticamente sin diluir, a un balneario situado a ocho millas de distancia. Para salvar este inconveniente hubo necesidad de instalar una tubería 500 metros mar afuera, siguiendo una dirección apropiada. En otro caso, en que las aguas de un gran lago se utilizaban para el proceso de fabricación, fue necesario tomar medidas para sacar el agua cerca del extremo superior del lago y para que las aguas servidas se desalojaran en el centro del mismo, a fin de que no afectara al río que nacía de él.

Otro recurso, factible en las zonas urbanas, consiste en segregar el volumen relativamente pequeño de los desechos de fabricación que en verdad sean dañinos, tratarlos en parte recurriendo a la sedimentación y a la coagulación y desalojarlos en el alcantarillado de la localidad en donde se mezclan con las aguas cloacales y reciben el tratamiento acostumbrado. Como es de suponer, esto sólo puede efectuarse de acuerdo con las autoridades encargadas del tratamiento de las aguas servidas, quienes determinarán la cantidad y la composición de las aguas negras que están en condiciones de

aceptar para su tratamiento. Además, el aludido sistema sólo se aplica a las fábricas relativamente pequeñas que emplean el procedimiento alcalino, puesto que la práctica señalada resulta insuficiente para el licor de desperdicio del procedimiento al sulfito. Mediante algunos experimentos en este terreno, se comprobó que una mezcla de lejía negra diluida con aguas cloacales provenientes de la localidad (con el propósito de disponer de nitrógeno) podía purificarse en los filtros coladores de coque comunes que se emplean corrientemente en la depuración de las aguas cloacales. Este procedimiento se ha adoptado, desde entonces, para tratar dichas aguas residuales.

En una fábrica que no produce más que papel, en condiciones normales y suponiendo que el rendimiento y la dirección sean los que corresponden a una instalación moderna, las aguas servidas no deberían constituir problema alguno. Las materias fibrosas en suspensión son, generalmente, las únicas impurezas y su recuperación es a la vez fácil y sumamente lucrativa.

En lo referente a fábricas de pasta, el problema es más agudo en el caso de las pastas al sulfito que en las de pasta a la soda o kraft, porque las últimas emplean una instalación para la recuperación de soda que tiene el doble propósito de recuperar las sustancias químicas y reducir el volumen de las aguas negras. Sin embargo, aun así, no deben ser olvidadas las aguas de lavado de la celulosa sin blanquear ni tampoco las de la celulosa blanqueada que, aunque contienen menos materias orgánicas disueltas, aportan sin embargo materias en suspensión. Por eso, los procedimientos para elaborar pasta kraft deberían planearse en tal caso, de manera que pueda recuperarse el máximo de licores de desperdicio y aguas de lavado. Recientemente se ha puesto en práctica un procedimiento muy eficaz de lavado a contracorriente que da como resultado aguas de lavado y lejías negras tan concentradas que pueden recuperarse directamente. Este procedimiento es de gran significación porque no sólo soluciona el problema de las aguas servidas, sino que también mejora la eficiencia de los procedimientos de recuperación, ya que se obtienen mayores cantidades de calor y soda cáustica (debido a la presencia de una mayor concentración de las materias orgánicas y del álcali usado).

Todavía no se ha encontrado una solución satisfactoria a este problema en el caso del tratamiento al sulfito. Existen muchos procedimientos para aprovechar el licor al sulfito y dos para recuperarlo, pero ninguno de ellos proporciona una solución cabal y económica. Tampoco se ha podido solucionar este problema en los procedimientos al monosul-

fito, Celdecor y mecanoquímico, aunque este último ofrece ciertas posibilidades para la aplicación del método de contracorriente.

En cuanto a los procedimientos para tratar las aguas servidas, se recomienda que, al seleccionar el lugar de emplazamiento, se destine espacio suficiente para la instalación de grandes estanques de decantación con objeto de eliminar la mayor parte de las materias en suspensión. Si se usa un coagulante químico en un espesador mecánico, se consigue quitar continuamente el fango, desgotarlo en un filtro rotatorio al vacío y usarlo nuevamente en la fabricación de cartones o papeles de envolver de calidad inferior. Hace algunos años se desarrolló cierto procedimiento merced al cual, con determinadas dosis de residuos de blanqueo que contenían cloro y con aireación (para reducir la demanda biológica de oxígeno) se obtuvieron aguas servidas satisfactorias provenientes del lavado de la pasta de esparto a la soda.

Las normas a que deben ajustarse los desechos de fabricación, si han de verterse en los ríos, varían apreciablemente en cada país. En la Gran Bretaña, se define como contaminación la que provoca cambios en la naturaleza o en la composición de las aguas de los ríos, de manera que, teóricamente, la adición de agua dura al agua blanda o de agua caliente al agua fría, involucra una contaminación y por lo tanto un perjuicio. Sin embargo, en la práctica, se define la calidad de las aguas servidas principalmente en función de las materias sólidas en suspensión y de la demanda biológica de oxígeno, en proporciones no superiores a 3 y 2 partes por millón, respectivamente. Se permiten ciertas tolerancias para las materias sólidas en suspensión si es alta su dilución en las aguas del río. Aunque estas especificaciones son razonables desde el punto de vista de las aguas cloacales, con frecuencia resultan inapropiadas e injustas para las aguas de desecho de las industrias, razón por la cual se revisan actualmente. Es de esperar que, en el futuro, las especificaciones pertinentes se fijen concediendo más importancia al origen y volumen de los desechos de fabricación y al caudal del río en el que se van a desalojar.

Son contados los demás países que poseen normas numéricas de pureza; generalmente el criterio adoptado para determinar su idoneidad consiste simplemente en juzgar si las aguas residuales pueden o no resultar perjudiciales. Es muy frecuente que el desalojamiento de las aguas servidas constituya un serio inconveniente en la elección del sitio de una fábrica de celulosa, pero, en general, se llega a una solución satisfactoria, gracias a la forma bien fundamentada de presentar el problema por los interesados y a la acogida favorable que prestan las autoridades.

LA RELACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LAS FIBRAS DE MADERAS TROPICALES Y LA CALIDAD DEL PAPEL Y LA CELULOSA OBTENIDOS A BASE DE ELLAS¹

Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale

Las características de resistencia de una hoja de papel dependen de numerosos factores, como la naturaleza de las fibras que la componen, el tratamiento mecánico y químico a que éstas han sido sometidas y la formación sobre la tela de la máquina, por mencionar sólo los más importantes.

La mayor parte de estos factores pueden controlarse, por ejemplo, buscando las mejores condiciones de tratamiento químico, refino, etc. para una materia prima dada. También pueden determinarse estas condiciones mediante ensayos e investigaciones, lo que permite adaptar o mejorar el método empleado en la fabricación de papel. En cambio, hay factores que no se pueden variar, pues han sido determinados por la naturaleza; se trata de la características biométricas de las fibras, es decir, de su longitud, su anchura y el espesor de sus paredes. Estas características tienen una influencia primordial sobre la calidad del producto final obtenido. Por la naturaleza misma, y la importancia de esta influencia, se han hecho estudios de gran envergadura en los laboratorios de investigación de la Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale y se ha tratado de formular reglas para definir las relaciones existentes entre los datos biométricos y las características del papel.

Ha facilitado la realización de tales estudios la gran diversidad y amplitud de tipos de bosques tropicales. En las 42 especies estudiadas, la longitud media de las fibras variaba de 773 a 3.302 micras, el diámetro de las fibras de 16,6 a 31,0 micras y el grosor de las paredes de 6,6 a 24,7 micras.

Cuando una hoja de papel es sometida a un esfuerzo que tiende a estirarla, reventarla, desgarrarla o fatigarla a base de dobleces sucesivos, sus fibras, que habían sido "afieltradas" en la máquina de papel, tienden a separarse unas de otras. Cuanto más compacta sea la textura del papel y mayor la cohesión entre las fibras que lo componen, tanto más importante será la fuerza necesaria para conseguir tal separación. Por lo tanto, la resistencia del papel está condicionada por el "afieltrado" de sus fibras, logrado a base de las fuerzas de cohesión o fricción que se originan durante la formación del papel en la máquina.

Aunque el conocimiento de la naturaleza exacta de tales fuerzas es todavía limitado, se sabe, sin embargo, que son inferiores a la resistencia propia de las fibras y las fibrillas elementales, y que su valor puede variar considerablemente en función del grado de engorde y el de refino. El examen microscópico de una banda de papel rota con el dinamómetro permite comprobar la separación de las fibras. La ruptura de fibras, si se llega a producir, no es más que un fenómeno secundario.

La influencia del engorde y el refino sobre las cualidades de resistencia del papel puede explicarse de la siguiente manera. El engorde hace aumentar la superficie de las fibras y produce, por consiguiente, una mayor ligazón y fuerza

de fricción entre ellas. El aumento de la superficie de las fibras se logra también por aplastamiento, desgarrar o fibrilación. Estos resultados se obtienen en la práctica mediante el tratamiento mecánico, pero pueden igualmente alcanzarse por vía química. Los tratamientos mecánicos permiten no sólo acrecentar la superficie de contacto entre las fibras, sino también aumentar la flexibilidad de éstas.

Aunque mediante diversos tipos de tratamiento es posible modificar la ligazón entre las fibras, las características biométricas representan básicamente una función importantísima.

El objeto primordial del estudio consistió en examinar el efecto de la variación de las dimensiones de las fibras sobre la resistencia del papel a la tensión, al reventamiento, al desgarramiento y al plegado.

En primer lugar se procedió a medir fibras aisladas, separadas por maceración en una mezcla de agua oxigenada y ácido acético a 60° C, durante un tiempo que variaba, según las especies, de 24 a 72 horas.

A fin de estudiar las propiedades de diversas especies como materia prima para fabricar papel, se procedió a estudiar por separado la madera de cada una de ellas; en general se experimentó con 10 a 12 cocciones, a fin de determinar las mejores condiciones de tratamiento para cada especie. Las características de resistencia empleadas en las investigaciones corresponden a un grado de engorde normal de 40 grados Schopper-Riegler.

En nueve diagramas de dispersión se trató de encontrar las relaciones entre las dimensiones de la fibra (longitud, grosor de las paredes y diámetro) y la resistencia del papel (a la ruptura, al reventamiento y al desgarramiento) en muestras fabricadas con cada una de las 42 especies ensayadas. En los nueve diagramas los puntos son totalmente erráticos; en ningún caso hubo elementos de juicio suficientes para justificar nuevas mediciones estadísticas.

Aunque los resultados fueron todos negativos, conviene señalar especialmente los referentes a la falta de relación entre la longitud de la fibra y la resistencia del papel. Sin embargo, hace algunos años se admitía casi sin excepción que sólo con pasta de fibra larga se podía fabricar papel resistente.

Como no pudo establecerse ninguna relación de orden práctico entre las mediciones de las fibras en sus valores absolutos y las características papeleras, se procedió en seguida a estudiar la relación entre la resistencia y las longitudes o anchuras relativas de la fibra, expresadas, a su vez, como relaciones con otros valores dimensionales.

Se examinaron dos módulos. Uno de ellos indica la esbeltez de la fibra, o sea la relación entre su longitud y su anchura. Se le denominó antes, por otros investigadores, "poder fieltante".

El otro módulo, la anchura relativa de las paredes de la fibra, indica la flexibilidad de ésta en los sentidos axial y transversal, es decir, la facilidad que posee para plegarse y estirarse. Esta medida, que se denomina módulo de flexibi-

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.6.3, en el que constan los nombres locales y botánicos de las 42 especies estudiadas, sus características biométricas y sus características papeleras, así como 16 gráficos que muestran las relaciones estudiadas.

lidad, puede expresarse de dos maneras diferentes, a saber, el grosor de las paredes dividido por el diámetro exterior, o el diámetro interior dividido por el exterior. Se prefirió la última en vista de que la primera (que corresponde simplemente a 100 menos la última) es más bien un índice de rigidez.

Se esperaba que el módulo de flexibilidad ejerciera una influencia bien marcada sobre las características de resistencia, ya que, según lo mostraba un gráfico sencillo, con fibras de paredes gruesas (bajo módulo de flexibilidad) era pequeña la superficie de contacto entre ellas. Por el contrario, con fibras de paredes delgadas (alto módulo de flexibilidad), la relación entre superficie de contacto y superficie total de la fibra aumentaba considerablemente. Tales esperanzas no estaban mal fundadas. En otro gráfico de la relación entre la longitud de ruptura y el módulo de flexibilidad para las 42 especies estudiadas quedó demostrada la existencia de una función bastante precisa. Dicha relación no fue lineal sino parabólica, de la fórmula $y = ax^2 + b$, en la cual y es la longitud de ruptura y x el módulo de flexibilidad. Las curvas límites, separadas más o menos 15 por ciento de la curva principal, comprendían la totalidad de puntos menos 5.

Dos de las desviaciones eran de muy poca importancia, pero las otras tres merecen especial mención. Corresponden a las especies Kaka (*Phislodisus plurijugatus*), Ohnon (*Euadenia trifoliata*) y Amon (*Buechelzia coriacea*); la madera de Kaka y Ohnon es muy blanda y su conservación requiere cuidado especial. A pesar de las precauciones que se tomaron, las muestras empleadas en los estudios empezaron a descomponerse, por lo cual las desviaciones de las dos especies mencionadas se deben en gran parte a degradación de las fibras. El comportamiento irregular del Amon se deriva de la longitud extremadamente pequeña de sus fibras. En efecto, son las más cortas entre todas las especies examinadas; no alcanzan a 700 micras. Por lo tanto, se puede afirmar —y esto parece haber sido corroborado en estudios ulteriores sobre otras fibras— que, si bien la longitud de las fibras no influye de manera general en la resistencia del papel, sí tiene una influencia bien determinada cuando es inferior a un cierto valor crítico, que fluctúa entre 800 y 900 micras.

Del estudio mencionado puede inferirse que, mediante una fórmula empírica, es posible determinar con un 15 por ciento de exactitud la resistencia al alargamiento del papel, a partir del módulo de flexibilidad de la fibra. Tal margen no es excesivamente amplio, pues cabe esperar un error del 15 al 20 por ciento en las propias mediciones biométricas y se considera normal una desviación del 5 por ciento en las determinaciones de la resistencia a la tensión. Además, desde el punto de vista del fabricante de papel, basta, en todo caso, con tener sólo una indicación general con respecto a la resistencia.

Si se expresa la resistencia al desgarramiento en función del módulo de flexibilidad, el gráfico correspondiente reflejará una relación expresada en línea recta descendente. No obstante, la dispersión de los puntos es demasiado amplia para que la relación pueda tener algún valor práctico. En general, sin embargo, quedan confirmadas las conclusiones de investigadores anteriores en el sentido de que las fibras de paredes gruesas son necesarias para obtener una buena resistencia al desgarramiento.

Queda sentado, pues, que el módulo de flexibilidad ejerce influencias opuestas sobre las dos características de resistencia más importantes del papel, longitud de ruptura y resistencia al desgarramiento. Esto significa que, tratándose

de maderas tropicales, no es posible obtener con una misma especie valores favorables de esta dos características.

Respecto a la resistencia al plegado, del diagrama de dispersión sólo pueden obtenerse indicaciones muy generales, debido a la gran dispersión de los puntos. Con una especie de bajo módulo de flexibilidad no podrá fabricarse papel de buena resistencia al plegado; en cambio, con una especie de módulo de flexibilidad alto puede obtenerse (aunque no siempre) papel de buena cualidad en lo que a dicha característica se refiere.

En cuanto a la influencia del módulo de esbeltez, o "poder fieltrante", se observa que mantiene una poderosa relación con la longitud de ruptura. La función se expresa por la fórmula:

$$y = \frac{a}{x} : b$$

Las curvas límites que representan desviaciones positivas o negativas del 20 por ciento, comprenden a la totalidad de las especies con excepción de cinco; tres de las desviaciones extremas ya han sido mencionadas.

Mediante una función parabólica se relaciona también la resistencia al desgarramiento y el "poder fieltrante"; las curvas límites (20 por ciento) sólo excluyen a tres especies, dos de las cuales son Kaka y Ohnon. En consecuencia, si se conoce el "poder fieltrante" de una especie es posible dar una indicación del valor de la resistencia al desgarramiento de la pasta preparada a base de esa especie. El margen de error es demasiado grande para poder determinar con exactitud dicha resistencia, pero es posible dar indicaciones bien fundadas que permitan clasificar las especies en función de la característica mencionada.

El último tipo de relación, entre la resistencia al plegado y el "poder fieltrante", dio resultados completamente negativos; los puntos aparecieron dispersos sin orden aparente.

Los estudios precedentes arrojan bastante luz sobre las resistencias al reventamiento y al desgarramiento, pero con ellos no se ha llegado a ningún método positivo para determinar de antemano la resistencia al plegado. Por eso se decidió examinar la correspondencia que podría existir entre la resistencia al plegado y la relación que guarda la longitud de la fibra con el diámetro de la cavidad (es decir, poder fieltrante dividido por el módulo de flexibilidad). En este caso, también los puntos estaban bastante dispersos, pero era ya posible trazar una curva límite superior. Ello indica que, para obtener una buena resistencia al plegado, la relación entre longitud de fibra y diámetro interior debe ser baja; en cambio, lo inverso no es admisible, pues una relación baja no indica forzosamente buena resistencia al plegado. Parece, pues, que si bien las características biométricas de las fibras influyen sobre la resistencia al alargamiento y al desgarramiento, otros factores —determinados probablemente por la estructura interna de las paredes de las fibras— ejercen influencia importante sobre la resistencia al plegado.

En resumen, de los estudios llevados a cabo se deduce lo siguiente:

1. La resistencia a la tensión depende fundamentalmente del módulo de flexibilidad. Mientras mayor sea éste, mayor será la resistencia obtenida.
2. La resistencia a la tensión está gobernada también por el módulo de esbeltez o "poder fieltrante". Mientras mayor sea éste, menor será aquélla.
3. La resistencia al desgarramiento depende del "poder fieltrante". Cuanto más elevado sea éste, mejor será dicha resistencia.

4. La resistencia al plegado, aunque en ella influyan las características biométricas —principalmente por las relaciones que guardan la longitud y anchura de la fibra con respecto al diámetro interior—, no depende en forma fundamental de éstas sino que se rige más bien por otros factores no determinados aún.

De lo anterior se infiere que, a base de sus características biométricas, las maderas tropicales pueden ser clasificadas según algunas de sus propiedades papeleras. Aunque ello no basta para conocer con exactitud las características de resistencia del papel, sirve, no obstante, para dar una indicación que se aproxima más o menos a la realidad.

De las conclusiones 2 y 3 se desprende que es imposible que una madera tropical de determinada clase posea al mismo tiempo buena resistencia a la tensión y al desgarramiento, ya que el "poder fieltante" ejerce influencias opuestas sobre esas dos características. Esta comprobación bastaría por sí sola para desterrar el sistema de aprovechamiento individual de especies tropicales. En el papel así obtenido faltará siempre una u otra de las características mencionadas. Sólo empleando una mezcla compleja, formada por varias especies, se podrá obtener papel que posea características satisfactorias desde todo punto de vista y que asegure a la pasta de maderas tropicales un lugar importante en el mercado mundial.

UN NUEVO PROCEDIMIENTO DE BLANQUEAR CELULOSA DE MADERAS TROPICALES¹

Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale

Aunque las pastas de maderas tropicales pueden encontrar, incluso cuando están crudas, un amplio mercado, parece que es principalmente en la fabricación de papel de escribir y de imprenta donde la celulosa tropical ha de ocupar un lugar importante para el abastecimiento mundial de pasta de papel.

Por esta razón, se han realizado ensayos completos acerca del blanqueo de la pasta de maderas tropicales, en los cuales se ha estudiado la posibilidad de adaptar los métodos convencionales a esta materia prima, cuya composición química difiere notablemente de la que caracteriza a las celulosas hasta ahora utilizadas.

Los procedimientos de blanqueo que hoy día se utilizan en la industria celulósica constan de varias fases, en algunas de las cuales interviene el cloro en diferentes formas: cloro elemental, hipoclorito alcalino o alcalinotérreo y clorito alcalino y dióxido de cloro. El empleo de otros agentes de blanqueo como los peróxidos y ciertos reductores ha estado limitado principalmente al tratamiento de pastas mecánicas.

El blanqueo de las pastas alcalinas, entre las que se encuentran las que se obtienen de maderas tropicales, constituye una operación compleja. Las pastas alcalinas más oscuras —y esto es igualmente válido para las de coníferas— contienen materias colorantes para cuya eliminación se necesita mayor cantidad de agente oxidante de concentración más elevada, lo que entraña el peligro de estropear la celulosa.

Por eso se efectúa el blanqueo de las pastas alcalinas, en un número de fases cada vez más elevado. Mientras que en un principio la operación constaba de sólo tres fases (cloración, tratamiento con soda cáustica e hipoclorito), hoy día, en ciertas fábricas, el proceso se realiza en siete y a veces en más tratamientos sucesivos. Las tres fases mencionadas se repiten varias veces y son seguidas de lavados alcalinos. Cuando se desea obtener blancuras intensas, que pasen de 80 G. E., es necesario usar clorito y sobre todo dióxido de cloro.

Estas conclusiones son también aplicables a las pastas de maderas tropicales, pero el blanqueo de éstas es todavía más difícil por ser la madera generalmente muy oscura y porque a menudo contienen gomas y resinas, cuyos productos de degradación permanecen en la pasta, aun después de un lavado minucioso, y la oscurecen aun más.

En la primera serie de ensayos se comprobó que los procedimientos clásicos tradicionales de blanqueo utilizados para las pastas de maderas de coníferas pueden aplicarse a las de maderas tropicales sin grandes modificaciones siempre que se considere suficiente un blanqueo poco pronunciado, de 78 a 80 G. E. Este grado de blancura se obtuvo mediante un procedimiento de blanqueo en cinco fases y el consumo de cloro durante la operación no fue mayor que en el caso de la pasta de coníferas.

Aumentando el número de las fases fue posible obtener un grado de blancura superior a 80 G. E., pero se obtuvo una pasta de tinte amarillento con propiedades de resistencia considerablemente reducidas. De ello se deduce que si

se desearan alcanzar grados de blancura más elevados habría que recurrir, como en el caso de las coníferas, al clorito de sodio o al dióxido de cloro.

Aunque el empleo de estos productos comienza a extenderse en los Estados Unidos y en Europa, se tropieza con dos dificultades: el elevado costo de los productos químicos y ciertas dificultades de manipulación en lo que se refiere al dióxido. Por consiguiente se realizaron estudios para determinar si es posible dar a las pastas de maderas tropicales un grado satisfactorio de blancura sin recurrir a dichos productos. Esos estudios tenían por objeto aumentar, mediante la adaptación de los métodos conocidos, la velocidad de las reacciones de blanqueo con objeto de reducir las instalaciones industriales de determinada capacidad de blanqueo.

Los primeros ensayos de laboratorio, comprobados posteriormente en escala industrial, revelaron que la velocidad de reacción entre el cloro y las materias incrustadas era más lenta para las pastas de maderas tropicales que para las de coníferas o de paja. Por ejemplo, la fase del tratamiento a base de hipoclorito, que suele tardar de cuatro a seis horas para la pasta de madera de coníferas, puede necesitar de 15 a 20 horas en el caso de pasta de maderas tropicales.

En consecuencia, para una capacidad determinada, habría que emplear instalaciones de mayor magnitud a fin de tratar la pasta de madera tropical, lo que plantea un grave inconveniente, debido a los elevados costos de construcción y mantenimiento en los países tropicales.

Las investigaciones mostraron que se puede aumentar la velocidad de reacción, sea mediante el empleo de productos en estado naciente o realizando la operación en condiciones especiales de concentración y de pH.

Se puede obtener hipoclorito en estado naciente haciendo pasar una corriente de cloro a través de pasta que contenga un determinado porcentaje de soda cáustica. En tal caso la reacción química es la siguiente:



La soda cáustica puede resultar de la adición de lejía sódica a la pasta o bien puede provenir del excedente derivado del tratamiento con soda cáustica.

Desde los primeros ensayos se pudo observar que el uso del hipoclorito naciente permite el blanqueo en forma extremadamente rápida, pero en cambio la resistencia es menor y la estabilidad de la blancura es menos satisfactoria.

Fué necesario, por lo tanto, estudiar la manera de regular la poderosa acción del hipoclorito naciente, a fin de evitar la degradación de la celulosa.

Por este motivo hubo que emprender un prolongado estudio con objeto de determinar la importancia de cada uno de los factores que intervienen en la reacción, es decir, el tiempo en que los reactivos están en contacto con la pasta, temperatura, concentración, pH del medio, cantidad de productos químicos con relación a la celulosa, etc. Después de innumerables ensayos se logró establecer las condiciones

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.6.5.

óptimas de este tratamiento, es decir, las que permiten aprovechar la actividad de los productos naciotes sin menoscabar las características mecánicas y químicas de las fibras.

Como es natural, estas condiciones varían según la naturaleza de la pasta cruda, su grado de cocción y la blancura deseada. Los ensayos revelaron que es posible obtener en una sola fase pastas de blancura media, sin degradación de la celulosa, mediante la aplicación de hipoclorito naciente a una pasta tratada previamente con cloro y soda, y poniendo especial cuidado en el pH, la concentración y la relación entre los productos químicos. La estabilidad fué casi análoga a la que se obtiene por el procedimiento clásico al hipoclorito. Un segundo tratamiento con hipoclorito naciente permitió obtener un grado de blancura más pronunciado, pero parece haber cierto límite a la blancura obtenible, que se encuentra aproximadamente entre 81 y 83 G.E.

Pero, aunque se estableció que, gracias al empleo del hipoclorito en estado naciente, se puede blanquear la pasta con suma rapidez y obtener matices ligeramente más claros que por los procedimientos clásicos, estos resultados se han conseguido solamente en el laboratorio. La aplicación industrial del procedimiento plantea algunos problemas.

Debido a la rapidez del procedimiento, la regulación precisa del tiempo tiene mucha importancia. Si las operaciones son intermitentes, es fácil que se produzcan errores de gran magnitud, por ejemplo, en el momento del vaciado de tinajas. Es necesario, por lo tanto, un procedimiento de blanqueo continuo.

Por ello hubo que realizar nuevos estudios, con objeto de descubrir medios rápidos para perfeccionar el blanqueo sin dañar las cualidades químicas de la celulosa ni las características papeleras de las fibras.

La segunda dificultad que puede presentarse en escala industrial es la penetración real de la pasta. Los ensayos revelaron que cuanto más concentrada era la suspensión de las fibras y menor el consumo de cloro, resultaba más eficaz su acción sobre la pasta; el cloro debe reaccionar sobre pasta de la mayor concentración posible. Pero la penetración instantánea y homogénea del gas, sin grandes diferencias en el tiempo de contacto con diferentes fibras, es difícil de obtener cuando se trata de pastas de elevada concentración.

Se estudió primero la acción del cloro gaseoso. Teóricamente se consideró que cuando el cloro se pone en contacto con la pasta, después del tratamiento con hipoclorito, la pasta puede ser blanqueada con un consumo muy limitado de reactivos.

Esta hipótesis fué comprobada en los ensayos. Mediante la postcloración de la pasta, previamente blanqueada a cerca de 70 ó 75 G.E., se logró mejorar sensiblemente el grado de blancura. Fué necesario efectuar la operación en un medio fuertemente ácido y los mejores resultados se obtuvieron en el tiempo de un minuto, tanto desde el punto de vista del blanqueo como de la estabilidad de la blancura y de las características de resistencia.

Se produjeron efectos moderados al prolongar la reacción 2 ó 3 minutos, pero al cabo de un cuarto de hora fué marcada la degradación.

Resulta, por lo tanto, que la acción del cloro sobre pasta previamente blanqueada y en un pH conveniente puede mejorar el grado de blancura de modo apreciable.

Después de estos ensayos se procedió a examinar la acción del hipoclorito de sodio en un medio ácido. Se comprobó que el aumento del grado de blancura, muy débil en un

medio alcalino (un punto), era más pronunciado en un medio ácido (tres puntos) e independiente del grado de acidez.

Se llegó a la conclusión de que el empleo del hipoclorito en un medio fuertemente ácido permite aumentar sensiblemente la blancura de la pasta sin ocasionar trastornos en sus características papeleras.

Las conclusiones generales derivadas de esta serie de investigaciones pueden resumirse de la manera siguiente: para el blanqueo de las pastas de maderas tropicales, y en general para cualquier variedad de pasta, existen tres nuevas variantes del procedimiento clásico. A continuación se mencionan estas variantes, que tienen en común una gran velocidad de reacción:

1º Procedimiento al hipoclorito naciente

Se puede aplicar a las pastas que han sido previamente tratadas con cloro y soda. Sus ventajas principales son:

- a) la gran velocidad de reacción;
- b) la posibilidad de realizar fácilmente el tratamiento continuo con una instalación de pequeña capacidad;
- c) la obtención de un grado de blancura más pronunciado con idéntico consumo de cloro;
- d) la obtención de grados de blancura ligeramente superiores a 80 G.E. sin ninguna degradación de la pasta.

2º Procedimiento de postcloración

Permite mejorar, con muy poco consumo, la blancura de la pasta que haya pasado previamente por las tres primeras fases, a saber: tratamiento con cloro, soda y el clásico con hipoclorito o con hipoclorito naciente. Las ventajas de este procedimiento son:

- a) consumo mínimo de productos en relación con un apreciable aumento de blancura;
- b) tiempo extremadamente corto en que se verifica la reacción, que permite realizar la operación en forma continua;
- c) posibilidad de alcanzar un alto grado de blancura sin degradación de la pasta y sin la intervención de agentes decolorantes caros.

3º Procedimiento al hipoclorito ácido

Puede aplicarse a las pastas que hayan sido objeto de blanqueo previo por el procedimiento del hipoclorito naciente, sólo o combinado con el de postcloración, o por cualquier combinación de procedimientos.

En seguida se estudió la posibilidad de combinar estos procedimientos, y se llegó a la conclusión de que el mejor método de blanqueo para las pastas tropicales consiste en lo siguiente:

- 1) una cloración,
- 2) un tratamiento a la soda,
- 3) un tratamiento al hipoclorito naciente,
- 4) una postcloración y
- 5) un tratamiento con hipoclorito ácido.

Los siguientes ejemplos permiten apreciar los resultados que pueden obtenerse combinando estas nuevas variantes del procedimiento de blanqueo. Una pasta dura, que había sido sometida al tratamiento clásico de blanqueo con cloro-soda cáustica y tres fases de hipocloración, con un consumo total de hipoclorito, expresado en cloro, de 3,5 por ciento, dió los siguientes resultados:

Blancura: 76
 Características papeleras a 40 grados S.R.:
 longitud de ruptura 7.200 metros
 índice de reventamiento 36
 índice de desgarramiento 110
 doble plegado 30

La misma pasta, después de ser sometida a la acción del cloro y la soda cáustica, fué tratada con hipoclorito naciente, seguido de una postcloración y de tratamiento con hipoclorito ácido; con igual consumo de cloro, se obtuvieron los resultados siguientes:

Blancura: 84
 Características papeleras a 40 grados S.R.:
 longitud de ruptura 7.300 metros
 índice de reventamiento: 41
 índice de desgarramiento 110
 doble plegado: 100

Estas observaciones se confirmaron por otra serie de ensayos con pasta blanda (véase el cuadro).

En ninguna de estas series de ensayos se modificaron radicalmente las propiedades químicas.

Así pues, aplicadas prudentemente, estas nuevas variantes del procedimiento de blanqueo permiten conservar las pro-

iedades de la pasta en el mismo grado que el procedimiento con cloro-soda cáustica. Pueden utilizarse por sí solas o combinarse en distinta forma, entre sí o con los procedimientos clásicos. Sus ventajas consisten, principalmente, en la gran rapidez de las operaciones, la posibilidad de obtener altos grados de blanqueo empleando productos químicos de bajo costo, las notables economías en los gastos de explotación y la reducción de las inversiones iniciales que requieren las fábricas nuevas.

Gracias a su gran adaptabilidad, a las múltiples combinaciones posibles y a la relativa simplicidad de las instalaciones necesarias, estas nuevas variantes del procedimiento de blanqueo a base de cloro pueden tener importancia para el futuro de la industria del blanqueo de pastas tropicales y asimismo encontrar, eventualmente, aplicación en el tratamiento de otras clases de pasta para la industria papeleras.

Sería necesario ante todo comprobar en escala industrial, estas observaciones de laboratorio y resolver los problemas que plantean la manutención de la pasta a gran concentración, el logro de una penetración adecuada y las posibilidades de adaptar las instalaciones existentes a los nuevos procedimientos.

	Tratamiento		
	Testigo (al clorito)	Clásico (Cloro-soda cáustica y 2 hipocloraciones)	Cloro-soda cáustica (Hipoclorito naciente; postcloración e hipoclorito ácido)
Blancura	84,5 G.E.	82,0 G.E.	84,0 G.E.
Características papeleras a 40 grados S.R.:			
longitud de ruptura (m)	6.000	5.200	5.300
índice de reventamiento	30	26	28
índice de desgarramiento	90	80	85
doble plegado	20	15	20

ABASTECIMIENTO DE ANHIDRIDO SULFUROSO DE BAJO COSTO PARA AMERICA DEL SUR¹

C. J. Wall

En América del Sur, los consumidores de anhídrido sulfuroso han tenido que hacer frente a la escasez de azufre elemental en el mercado nacional, que se debe por una parte al elevado precio del azufre importado (unos 40 dólares por tonelada entregada en América del Sur) y por otra al hecho de que la escasez de divisas limita la cantidad que puede importarse. Hay grandes yacimientos de azufre en América Latina, pero están situados en lugares apartados, razón por la cual los costos de producción son muy elevados y los gastos de transporte excesivos; por esto, el costo del azufre nacional entregado al consumidor es casi el doble del precio del azufre importado.

Los países de muchas regiones del mundo en los que escaseó durante muchos años el azufre elemental, resolvieron el problema produciendo anhídrido sulfuroso a base de minerales sulfurosos de hierro, cobre y zinc.

Los minerales sulfurosos de mayor interés para los consumidores sudamericanos serían los sulfuros de hierro, pirita (FeS_2) y pirrotita (Fe_7S_8) que son muy abundantes y en general se encuentran asociados a casi todos los minerales. Se estima que la mitad del azufre contenido en los yacimientos sulfurosos del mundo se encuentra en forma de pirita o pirrotita. En un principio no se atribuía valor alguno a los sulfuros de hierro; se separaban de los sulfuros de los metales básicos y se desechaban conjuntamente con la ganga. Estos sulfuros de hierro pueden separarse fácilmente empleando los métodos modernos de flotación y muy a menudo se concentran hasta darles un contenido de 50 por ciento de azufre. En los últimos años se ha desarrollado un nuevo método para calcinar estos minerales sulfurosos que se pueden obtener en gran cantidad y a bajo precio; se trata del sistema "Dorrco FluoSolids".² Actualmente un total de 44 fábricas comerciales y 11 plantas pilotos, en construcción o en marcha, emplean este sistema.

Las instalaciones "FluoSolids" son sencillas, limpias, fáciles de manejar y requieren un mínimo de mano de obra y de mantenimiento. El funcionamiento de la instalación de calcinación puede detenerse en pocos minutos desconectando simplemente los motores eléctricos. Haciéndolo así, la gran masa de material en el reactor pierde calor muy lentamente, por lo cual, después de unos tres días de estar fuera de servicio, queda aún suficiente calor para continuar la producción de anhídrido sulfuroso alimentando nuevamente el reactor y haciéndole llegar aire sin necesidad de emplear combustible auxiliar.

Las fábricas de papel situadas cerca de depósitos de sulfuros de hierro encontrarán que el empleo de esta materia prima representa una fuente de bióxido de azufre más barata que el azufre elemental. Para un consumidor que pueda adquirir piritas a 11 dólares por tonelada le resultará más económico emplear éstas, calcinándolas mediante el sistema "FluoSolids", que el azufre elemental que se suministra a la fábrica a un costo aproximado de 39 dólares por tonelada. En estas cifras no se ha descontado la escoria de calcinación del sulfuro de hierro, que contiene de 60 a 65 por ciento de hierro.

En Noruega, por ejemplo, una fábrica de papel que ha adoptado el sistema "FluoSolids" emplea piritas noruegas en tránsito. Dicha fábrica compra la cantidad de azufre presente en las piritas y embarca las escorias a Alemania, donde se las aprovecha para alimentar los altos hornos. Asimismo en Canadá una importante compañía metalúrgica calcina previamente, mediante el sistema "FluoSolids", concentrados de sulfuro de zinc destinados a otras empresas, con el fin de recuperar el anhídrido sulfuroso para la fabricación de ácido sulfúrico. La escoria aglutinada se emplea para alimentar los altos hornos. Es indudable que en América del Sur se producirán situaciones que permitan hacer arreglos similares para calcinar minerales sulfurosos en tránsito. Además, en algunos casos sería ventajoso comprar y calcinar los sulfuros contenidos en los desmontes o en los concentrados de metales básicos para recuperar el azufre y acumular o desechar los residuos.

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.6.6, en el que se presenta un esquema del sistema Dorrco FluoSolids para calcinar sulfuros de hierro en fábricas de pasta al sulfito.

² Marca de fábrica de The Dorr Company, registrada en la Oficina de Patentes de los Estados Unidos.

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA RECUPERACION DE DESPERDICIO EN LOS PROCEDIMIENTOS AL SULFATO Y AL SULFITO¹

Gustav Edling

Es un hecho conocido que, durante la cocción de la madera a fin de producir pasta para papel, aproximadamente la mitad de las materias sólidas que aquella contiene permanecen en la lejía, sobre todo cuando se emplea madera de coníferas para fabricar pasta dura. Tratándose de otras materias primas y pastas de distinta calidad, la proporción puede ser diferente. Este estudio se refiere a los métodos empleados en Suecia y —salvo indicación específica en contrario— al empleo de madera de coníferas para preparar pasta dura.

Las materias sólidas que contiene la lejía después de la cocción representan sin duda alguna valores considerables. Consisten en unos 500 kilogramos de materia orgánica de la madera por tonelada métrica de pasta desecada al aire, además de las sales inorgánicas. Los análisis que se dan a continuación son ejemplos de la composición de las materias sólidas contenidas en la lejía negra proveniente de la preparación de pasta por los métodos al sulfato y al sulfito.

Cuadro 1
MATERIAS SOLIDAS EN LA LEJIA NEGRA

Análisis de las materias sólidas	Sulfato (Porcientos)	Sulfito (Porcientos)
Carbono	38,7	45,4
Hidrógeno	4,1	4,6
Azufre	1,8	5,0
Oxígeno	28,9	34,3
Materias inorgánicas	26,5	10,7
Total	100,0	100,0

Balance térmico	Kilocalorías por kilogramo	
Poder calorífico neto en atmósfera oxidante	3.586	—
Poder Calorífico neto en el hogar	3.308	4.000

En el presente trabajo se tratarán por separado los métodos al sulfato y al sulfito y se prestará atención preferente a todo lo relacionado con la lejía negra. También se ofrecen algunas cifras correspondientes al balance térmico en las fábricas que emplean estos procedimientos.

I. PROCEDIMIENTO AL SULFATO

Las primeras fábricas suecas de pasta al sulfato se construyeron hacia 1870. El material básico empleado al comienzo para la preparación de la lejía fué la soda (carbonato de sodio). Sólo diez años más tarde, al reemplazarla por sulfato de sodio, se consiguió abaratar sustancialmente el costo de los productos químicos. Sin embargo, tal costo era aún alto y desde un principio se consideró absolutamente indispensable recuperar los productos químicos contenidos en la lejía negra. Hacia 1880 se hizo una tentativa en este sentido mediante el empleo de difusores para el lavado de la pasta y recuperación de la lejía. Sin embargo, la lejía

así obtenida contenía agua en grandes cantidades que era necesario extraer en alguna forma, antes de que las materias sólidas pudieran quemarse para recuperar los productos químicos.

La extracción del agua y la cocción y desecado de la pasta determinaron un consumo elevado de combustible, lo que explica que en las antiguas fábricas suecas de pasta el consumo de combustible representase un desembolso muy fuerte, causante, en gran parte, de los altos costos de producción. Hacia 1890, una fábrica de pasta al sulfato consumía en la recuperación de los álcalis no menos de 1.200 kilogramos de carbón por tonelada de pasta, además de 2 a 4 metros cúbicos de leña.

Como las posibilidades de economizar más combustible han aumentado con los progresos técnicos, desde hace algunas décadas se da por sentado que las fábricas de pasta al sulfato deben autoabastecerse de combustible. Las posibilidades de lograr tal autoabastecimiento dependen naturalmente del equipo con que cuenta la fábrica, tanto para la generación como para el consumo de calor.

En todo caso, es indudable que si, al modernizarse las fábricas antiguas o al construirse otras nuevas, se aplicaran minuciosamente las técnicas modernas y la experiencia adquirida, las fábricas de pasta al sulfato podrían aprovechar el poder calorífico de la lejía negra, sin necesidad de recurrir a otros combustibles.

a) Instalaciones recuperadoras

En Suecia se ha acumulado una amplia experiencia en numerosas fábricas en lo que se refiere al balance térmico de las instalaciones recuperadoras a la soda cáustica equipadas con aparatos de aspersión. La modernización de estas instalaciones se inició en 1936 y casi todas fueron equipadas con unidades Tomlinson u otras semejantes, en las cuales la lejía negra, con un 60 por ciento aproximadamente de sustancias sólidas, se pulveriza dentro del hogar.

En el cuadro 2 se expresa la producción de calor, obtenida en forma de vapor en la industria sueca. Los valores consignados se han tomado directamente de los resultados prácticos registrados en las fábricas. Cada año se procede a un control de las operaciones de todas las instalaciones recuperadoras a la soda cáustica que existen en Suecia. Las cifras del cuadro se tomaron de los registros de unas 20 fábricas. En algunas de ellas la producción de calor es apreciablemente más baja que en otras; tal diferencia se explica por diversas causas. La menor economía de calor puede deberse, por ejemplo, a una combustión incompleta, al bajo contenido de sustancias sólidas en la lejía, a la carga excesiva y a las dificultades en la remoción del hollín, etc.

En una fábrica sueca se emplea desde hace algunos años el sistema Bergström-Trobäck (BT), mediante el cual —según experiencias realizadas— se obtiene una producción de calor igual a 3.325.000 kilocalorías por tonelada de pasta, tanto del vapor procedente de la caldera como del último evaporador. Con el sistema BT el agua contenida en la lejía,

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L.67.

después de pasar ésta por los evaporadores, se elimina en un evaporador cerrado antes de llegar al horno. El vapor de este aparato pasa a la tubería de vapor de la planta y de este modo la lejía va al horno prácticamente libre de agua.

b) Evaporación de la lejía

Como ya se ha indicado, la lejía contiene cerca de un 60 por ciento de sustancias sólidas antes de ser pulverizada dentro del horno. En las fábricas suecas al sulfato la pasta lavada en difusores deja una lejía negra con un contenido medio aproximado de 18 por ciento de materias sólidas. Por ello, antes de pasar a la instalación recuperadora de la soda cáustica, la lejía debe ser liberada de casi 4,6 toneladas de agua por tonelada de pasta.

Esta operación se efectúa en evaporadores de múltiple efecto, que por lo general disponían de cuatro evaporadores y en la actualidad suelen contar con cinco o más. A medida que aumenta el número de evaporadores, se elevan los costos de la instalación y disminuye el consumo de calor. En las instalaciones nuevas, la costeabilidad que representa cada etapa adicional debe considerarse según las circunstancias de cada caso, teniendo en cuenta el costo de inversión, los costos efectivos en cada evaporador y los de combustible y energía eléctrica. En resumen, se puede afirmar que, dadas las condiciones que prevalecen actualmente en Suecia, se justifica en general el empleo de evaporadores de quintuple efecto.

Si se considera un evaporador al vacío de quintuple efecto, el calor que se consume medido por el vapor que se necesita para evaporar las sustancias sólidas del 18 al 60 por ciento de concentración será alrededor de 719.000 kilocalorías por tonelada de pasta. (Véase cuadro 2.)

c) Cocción y secado

La cantidad de calor necesario para la cocción y el secado puede variar en forma considerable según la fábrica de que se trate, debido a diferencias en el equipo técnico, en el rendimiento y en las condiciones de trabajo. No es el objeto principal de este documento examinar el consumo de calor en los diferentes departamentos de la fábrica.

Las cifras relativas al consumo de calor en la cocción y el secado (cuadro 2) se basan en las obtenidas en numerosas fábricas suecas.

Cuadro 2

BALANCE TERMICO DE LAS FABRICAS DE PASTA AL SULFATO

Condiciones

La lejía contiene 1.350 kilogramos de sustancias sólidas por tonelada de pasta.

Poder calorífico neto de las sustancias sólidas (en el horno) = 3.300 calorías por kilogramo.

Evaporación de las sustancias sólidas de la lejía, de 18 a 60 por ciento en un evaporador al vacío de quintuple efecto.

Producción de calor ^a	Minima	Media	Máxima
En la instalación recuperadora	2.700.000	2.950.000	3.150.000
Consumo de calor^a			
Evaporación	719.000	719.000	719.000
Cocción	811.000	1.061.000	1.658.000
Secado	680.000	861.000	969.000
	2.210.000	2.641.000	3.346.000

^a Cifras en kilocalorías por tonelada de celulosa.

En este balance térmico se puede comprobar, entre otras cosas, que la cantidad de vapor proveniente incluso de la fábrica en que la producción de calor es mínima en su instalación recuperadora, bastaría para cubrir las necesidades de calor para la evaporación, cocción y secado de las fábricas con consumo mínimo y medio. En cuanto a las fábricas de consumo máximo, suele ser posible hacer economías y cubrir las necesidades de calor con el que proviene de la instalación recuperadora.

Las cifras anteriores, basadas en la práctica, confirman el hecho de que una fábrica moderna de pasta al sulfato puede autoabastecerse de combustible en las condiciones indicadas.

2. PROCEDIMIENTO AL SULFITO

La primera fábrica de pasta al sulfito fué establecida por el sueco Carl Daniel Ekman en 1874. Para la preparación de la lejía se empleó en esa fábrica magnesio, pero en las instaladas ulteriormente se reemplazó por calcio. Hacia 1890 funcionaban en Suecia 17 fábricas de pasta al sulfito, con una producción total de unas 30.000 toneladas métricas por año.

En la industria de pasta al sulfato, como ya se ha dicho, se hizo imperiosa desde un principio la necesidad de recuperar los productos químicos empleados, a causa de su elevado costo. En la fabricación de pasta al sulfito no pesaba esa consideración, por lo cual transcurrió mucho tiempo antes de que comenzaran a aprovecharse en gran escala las materias sólidas de la lejía al sulfito.

El primer paso en este sentido —y de gran importancia— lo dieron Ekström y Wallin cuando consiguieron fabricar alcohol con el azúcar de la lejía. La primera fábrica de alcohol de este tipo inició sus operaciones en 1909. Cabe señalar que para la producción de alcohol sólo se utiliza el 20 por ciento de la materia orgánica de la lejía. En Suecia existen actualmente 30 fábricas de alcohol de lejía sulfítica, con una capacidad anual de producción de unos 72,5 millones de litros de alcohol de 96 por ciento. Este producto se emplea para la fabricación de bebidas alcohólicas, como combustible para motores y como materia prima en las industrias químicas.

La primera fábrica destinada al aprovechamiento adecuado de la lejía negra al sulfito fué construida en 1920 para resolver el problema de la contaminación de las aguas. La evaporación se efectuaba en una instalación provista de termocompresores y la combustión del residuo, junto con carbón, se hacía en calderas a vapor. Esta fábrica cerró sus puertas después de varios años de actividades.

Sólo poco antes de 1930 entraron en servicio dos instalaciones suecas para la evaporación y combustión de la lejía al sulfito. Desde entonces los adelantos en este terreno se han sucedido con tanta rapidez que en la actualidad funcionan en Suecia cerca de 20 instalaciones de este tipo. En la mayor se queman cerca de 6.800 kilogramos de materias sólidas por hora. Se proyecta instalar dos nuevas unidades en las cuales se quemará lejía negra a razón de 15.900 kilogramos de materias sólidas por hora.

a) Recuperación de la lejía

La cantidad de materias sólidas por tonelada de pasta que permanece en el digestor una vez terminada la cocción depende, entre otras cosas, de la calidad de la pasta. Puede calcularse en unos 475 kilogramos por tonelada para pastas resistentes y en 635 kilogramos en el caso de pastas para rayón.

Se pueden emplear diversos métodos de lavado para la recuperación de la lejía. El lavado con filtros todavía no se ha adoptado en Suecia con este fin. En cambio, cuando se desea obtener una recuperación más completa de la lejía se emplea el desplazamiento de la lejía negra por medio de agua y de lejía negra de otras cocciones. Este desplazamiento puede efectuarse en el digestor, pero con ello se prolonga el tiempo de circulación del digestor y se reduce la producción de pasta. También puede efectuarse en depósitos o tolvas de pasta, método que ha permitido obtener muy buenos resultados en una fábrica en la que se utiliza este sistema desde hace siete meses.

Al estudiar las condiciones de la recuperación de la lejía al sulfito, conviene tener en cuenta dos factores por medio de los cuales es muy fácil determinar el resultado de la recuperación. El primero es el rendimiento en sólidos (U), es decir, la relación porcentual entre la cantidad de sustancias sólidas recuperadas y el total de las que contiene la lejía al sulfito proveniente de digestores. El otro factor es la relación de concentraciones (f), o sea la relación porcentual existente entre el contenido de sustancias sólidas de la lejía recuperada y el de la lejía salida del digestor. Según la experiencia obtenida en la fábrica antes indicada, es posible obtener buenos resultados en la práctica cuando "U" y "f" son valores superiores a 90 por ciento.

En este trabajo, sin embargo, sólo se ha considerado que "U" y "f" tienen un valor de 80, y que el contenido de sustancias sólidas de la lejía primaria en el digestor es de 13,5 por ciento. Sobre esta base, la lejía recuperada contendrá $0,8 \times 1.050 = 480$ kilogramos y $0,8 \times 1.400 = 1.120$ kilogramos de sustancias sólidas por tonelada de pasta resistente al sulfito y para rayón, respectivamente. Estas cantidades equivalen térmicamente a 515 y 685 kilogramos de carbón por tonelada de pasta (el poder calorífico del carbón se toma como 6.500 kilocalorías por kilogramo). El contenido de sustancias sólidas de la lejía será igual a $0,8 \times 13,5 = 10,8$ por ciento.

b) Evaporación de la lejía

Si bien es cierto, en el ejemplo citado, que la lejía recuperada contiene una cantidad de materias sólidas equivalente a 515 y 685 kilogramos de carbón por tonelada, para utilizarla como combustible es necesario evaporar la mayor parte del agua hasta que el contenido de materias sólidas de la lejía sea de 50 a 55 por ciento.

En una fábrica sueca que inició sus actividades en el año 1940 se procedió a evaporar completamente la lejía, quemando las materias sólidas hasta reducir las a polvo seco; este procedimiento se modificó debido a las diversas dificultades que ofrecía y se procedió a quemar la lejía cuando su contenido de materias sólidas era de 55 por ciento, práctica que se aplica en las restantes fábricas suecas. Se sabe, sin embargo, que en dos fábricas extranjeras, en construcción, se proyecta usar como combustible la lejía en estado de polvo seco.

La evaporación de la lejía al sulfito exige un procedimiento complicado que presenta una multitud de problemas de difícil solución. Además, el equipo empleado es caro debido a que debe fabricarse con material resistente al ácido. El alto contenido de iones de calcio y sulfato de la lejía produce durante la evaporación precipitados de sulfato de calcio cuyas incrustaciones deben sacarse sin interrumpir en lo posible el funcionamiento de la instalación. Para ello se requieren aparatos diseñados especialmente, así como espacio suficiente para una disposición adecuada de la fábrica.

Dos firmas suecas —AB Raméns Patenter y AB Rosenblads Patenter— han sido hasta ahora las únicas que abastecen de instalaciones evaporadoras a las fábricas nacionales de pasta al sulfito. Estas dos compañías emplean sistemas diferentes para lograr que la superficie transmisora del calor siga trabajando en forma eficiente, a pesar de las incrustaciones. El método de la firma Raméns consiste en dividir dicha superficie en diversas unidades, de tal manera que —independientemente una de otra— puedan someterse al lavado con agua sin interrumpir la operación.

La firma Rosenblad aplica el principio de inversión de vías. Los dos lados de los intercambiadores son iguales —el lado por el cual circula la lejía y el del vapor—, de manera que cuando se forman incrustaciones en la superficie bañada por la lejía, se invierten las vías y se deja que la lejía circule durante algún tiempo por el lado del vapor. De este modo, las incrustaciones solubles en el agua desaparecen a causa del condensado ácido producido durante la operación. El lavado se intensifica mediante el bombeo de los condensados.

Es evidente que la gran cantidad de agua que es necesario extraer de la lejía para poder emplearla como combustible requiere métodos que demandan un consumo bajo de calor por kilogramo de agua evaporada. Todas las instalaciones suecas están provistas de evaporadores al vacío de múltiple efecto. El arreglo más sencillo es el de varias etapas al vacío y se usa principalmente para evaporar la lejía negra en las fábricas de pasta al sulfato. El número de evaporadores depende de las condiciones en que debe evaporarse la lejía negra; por lo general es suficiente un mínimo de cinco. El último evaporador trabaja al vacío a una temperatura de 50 a 60°C y el vapor que llega al primer evaporador tiene 2,8 kilogramos por centímetro cuadrado.

En una instalación evaporadora al vacío de quintuple efecto, el consumo de calor es aproximadamente de 150 kilocalorías por kilogramo de agua. Si la instalación funciona con vapor de escape, el consumo de calor específico es menor. En este caso, el vapor de escape del último evaporador tiene una presión tan alta que puede usarse en la fábrica en reemplazo de otro vapor, por ejemplo, en la unidad destiladora, en las máquinas papeleras o en otras instalaciones que necesitan vapor de baja presión.

La cantidad de vapor a baja presión, proveniente de la instalación evaporadora, que puede aplicarse directamente determina el límite de capacidad de los pasos o efectos en el equipo a vapor de escape. La capacidad de evaporación de la planta es igual a dicha cantidad de vapor si se emplea un solo evaporador.

Con dos evaporadores, la capacidad total será aproximadamente el doble, con cuatro, cuatro veces mayor, etc. Sin embargo, la elección del número de evaporadores no puede hacerse arbitrariamente. Al aumentar el número de unidades evaporadoras, se necesita que el vapor llegue a la primera de ellas a temperatura más alta, y las propiedades de la lejía negra no le permiten someterse a temperaturas muy elevadas.

En las fábricas suecas no se ha trabajado con temperaturas superiores a 168°C. Si se desea que el vapor de escape del último evaporador alcance una temperatura aproximada a 120°C, se necesitan cuatro unidades evaporadoras como máximo, porque la pérdida de temperaturas que experimenta el vapor al pasar de una unidad a otra es aproximadamente de 12°C. El consumo de calor específico de una instalación que funciona con vapor de escape corresponde, sobre todo, a las pérdidas de calor del ambiente que la rodea y es prácticamente independiente del

número de evaporadores. Expresado en cifras, se puede decir que es igual a un tercio o un quinto del correspondiente a una planta evaporadora al vacío de quintuple efecto.

Las temperaturas altas de las instalaciones evaporadoras que funcionan con vapor de escape agravan el problema de las incrustaciones de las superficies transmisoras de calor. Sin embargo, se ha comprobado que en la práctica este problema también tiene solución.

Al proyectarse una planta evaporadora de lejía al sulfito debe prestarse especial consideración a las circunstancias de cada caso. A veces es posible combinar la instalación al vacío con la de vapor de escape. En las fábricas combinadas de pasta al sulfito y alcohol, se producen posibilidades muy interesantes, que favorecen el consumo de calor, para combinar la destilación de la lejía fermentada con la evaporación. Cabe señalar que al proyectar una fábrica evaporadora de lejía conviene estudiar la posibilidad de emplear termo-compresores. Según las condiciones existentes, se puede obtener mediante su uso una cantidad de calor aprovechable equivalente a 22.000-44.000 por kilowatio-hora. Para que los termocompresores funcionen eficientemente, requieren vapor limpio. Una firma sueca ha diseñado un aparato lavador en el cual se depura el vapor antes de que llegue a los compresores. La experiencia lograda en Suiza en las industrias azucarera y de la sal confirma que, con la práctica de este lavado, es posible hacer funcionar los compresores limpiándolos sólo una vez al año.

En la actualidad ninguna instalación sueca emplea termo-compresores para la evaporación de la lejía al sulfito.

c) Empleo de la lejía negra al sulfito como combustible

La lejía negra al sulfito evaporada hasta contener 55 por ciento de sustancias sólidas posee un poder calorífico de 2.000 kilocalorías por kilogramo aproximadamente. La necesidad de efectuar arreglos especiales en la cámara de combustión y en otros sectores, para quemarla, dependerá de las circunstancias de cada caso.

Si se quema una cantidad muy pequeña de lejía negra al sulfito en un horno que contiene grandes cantidades de otros combustibles, se puede inyectar directamente la lejía en el horno mediante un quemador. El empleo de cantidades de lejía negra relativamente importantes requiere arreglos especiales. Cuando ésta constituye la mayor parte del combustible o se quema sola, adquiere especial significación todo lo relacionado con el espacio del hogar y los arreglos para la combustión. Utilizando la lejía negra en forma adecuada se puede conseguir que una fábrica de pasta al sulfito pueda en algunos casos autoabastecerse de combustible.

Para que el agua que permanece en la lejía negra se evapore rápidamente en el hogar es necesario que alrededor del quemador haya una temperatura alta. En una cámara moderna de combustión completamente enfriada no se puede obtener la temperatura necesaria empleando lejía negra como único combustible. Sin embargo, ello es factible en hogares sin enfriamiento, con paredes de ladrillo. La amplia experiencia lograda en dichas instalaciones permite comprobar que la lejía negra puede quemarse, al igual que el petróleo, sin ninguna dificultad.

Alrededor de 1950, las fábricas Loddby de celulosa al sulfito ensayaron un aparato especial para quemar la lejía negra que más tarde se aplicó en numerosas instalaciones con el nombre de hogar Loddby. En principio, este hogar consiste en un cilindro de placas de metal cuyas paredes interiores están cubiertas con ladrillos. La lejía negra llega por una tobera colocada en la parte exterior de la placa y el aire se

sopla tangencialmente a lo largo de una o dos generatrices. El hogar tiene alrededor de 3 metros de longitud y su diámetro interior es de 1 a 1,20 metros. Su capacidad oscila entre 4.500 y 6.300 kilogramos de lejía negra por hora.

Mediante el empleo de cuatro hogares Loddby puede hacerse funcionar una caldera a vapor quemando carbón pulverizado, petróleo, desechos de madera y lejía negra al sulfito, ya sea en forma simultánea o separada. Los hogares Loddby se colocan en las dos paredes laterales del hogar de la caldera; en las otras dos se colocan los cuatro quemadores de petróleo. En los quemadores situados en las cuatro esquinas se quema el carbón, y la madera de desecho arde en un horno holandés. Hay una instalación de ese tipo en marcha y sus resultados son ampliamente satisfactorios.

El hogar Loddby permite quemar la lejía negra simultáneamente con otros combustibles, estén o no refrigeradas sus paredes principales. Debido a la alta temperatura del hogar, la lejía negra se seca y arde rápidamente; la combustión es completa hasta una determinada cantidad por unidad de tiempo. Pasada ésta, la combustión de la lejía no se completa en el hogar Loddby sino en el horno de la caldera. De las investigaciones realizadas en las fábricas en marcha se desprende que la combustión es completa en general, es decir, que no se producen pérdidas por las materias no quemadas que aparecen en las cenizas.

Quando se trata de quemar grandes cantidades de lejía negra en una caldera a vapor, resulta a veces difícil encontrar espacio para el gran número de hogares Loddby que se necesitan, por lo cual se buscan otros medios para quemar la lejía negra. El problema ha sido resuelto en una fábrica en construcción en la cual se quemarán unos 31.750 kilogramos de lejía negra por hora.

La lejía negra es un combustible rico en cenizas, circunstancia que obliga a prestar atención preferente a la superficie de calefacción de las calderas. La dificultad o facilidad para mantener limpias las superficies de calefacción dependerá, hasta cierto grado, de la temperatura y de la distribución de la tubería. Las dificultades se multiplican también a medida que aumenta la temperatura de los gases de combustión. Las calderas deben construirse con las cámaras del hogar de gran tamaño y altura y los supercalentadores deben llevar de preferencia la tubería suspendida. La caldera debe contar con elementos apropiados para eliminar el hollín. La limpieza por el sistema de lluvia de municiones también se ha aplicado a los economizadores y precalentadores de aire.

d) Balance térmico

En el cuadro 3 se señalan las cantidades de calor que pueden obtenerse quemando lejía negra al sulfito con 55 por ciento de sustancias sólidas, y las cantidades de sustancias sólidas por tonelada de pasta a que se hizo referencia antes al hablar de la "recuperación de la lejía".

Como se ha indicado, estas cantidades de materias sólidas equivalen a 515 y 685 kilogramos de carbón por tonelada de pasta resistente al sulfito y tipo rayón, respectivamente. Quemando lejía negra con 55 por ciento de materias sólidas, el número total de calorías de la lejía representa 470 kilogramos por tonelada de carbón para la pasta kraft y 625 kilogramos por tonelada de carbón para pasta resistente y tipo rayón. En cada caso concreto se comprobará si esta cantidad de combustible es o no suficiente para cubrir las necesidades de calor de la fabricación. Para esclarecer este punto, en el cuadro 3 también se indica el calor que será necesario para la evaporación de la lejía y

para la cocción y secado de la pasta. Las cifras correspondientes al consumo de vapor en el secado son las mismas que se calcularon en el caso de la planta al sulfato. El consumo de calor en la cocción de la pasta al sulfito se tomó de varias fábricas; los valores obtenidos se resumen en el mencionado cuadro 3.

Cuadro 3

BALANCE TERMICO DE UNA FABRICA DE PASTA AL SULFITO

	<i>Pasta dura al sulfito</i>	<i>Celulosa para rayón</i>	
<i>Condiciones</i>			
Cantidad de sustancias sólidas en la lejía primaria (kilogramos por tonelada)	1.050	1.400	
Contenido de sustancias sólidas en la lejía primaria, por ciento	13,5	13,5	
U = f (por ciento)	80	80	
Cantidad de sustancias sólidas en la lejía recuperada (kilogramos por tonelada)	840	1.120	
Poder calorífico neto de la lejía ^a que ha de quemarse (kilocalorías por kilogramo)	2000	2000	
Rendimiento de la caldera (por ciento)	80	80	
<i>Producción de calor^b</i>			
Por combustión de la lejía (kcal/ton)	2.347.000	3.200.000	
<i>Consumo de calor^b</i>			
	<i>Mínimo</i>	<i>Medio</i>	<i>Máximo</i>
	<i>Pasta dura al sulfito</i>		
Evaporación	950.000	950.000	950.000
Cocción	719.000	961.000	1.477.000
Secado	680.000	861.000	969.000
	2.349.000	2.777.000	3.396.000
	<i>Celulosa para rayón</i>		
Evaporación	1.300.000	1.300.000	1.300.000
Cocción	1.011.000	1.330.000	1.600.000
Secado	680.000	680.000	680.000
	2.991.000	3.310.000	3.580.000

^a Después de evaporación en una evaporadora al vacío de quintuple efecto.

^b Todas las cifras en kilocalorías por tonelada de celulosa.

De las cifras precedentes se deduce que las necesidades de calor de una fábrica con un consumo mínimo son menores que la cantidad de calor producida usando lejía negra como combustible. La estimación de esta última es, sin embargo, bastante mesurada, tanto en lo que se refiere a la cantidad de sustancias sólidas recuperadas como al rendimiento de la caldera. Se ha supuesto que la evaporación de la lejía negra se realiza en evaporadores al vacío de quintuple efecto, aunque en algunos casos —por ejemplo, cuando se puede aprovechar la presión del vapor de escape— el consumo de calor puede ser apreciablemente menor.

La diferencia entre los valores máximo y mínimo de consumo de calor en las operaciones de cocción y secado es muy grande. Estos valores han sido obtenidos directamente de fábricas en marcha y la diferencia apreciable que se comprueba indica que en muchos casos es posible hacer grandes economías en el consumo de calor; esta observación ha sido corroborada por la experiencia obtenida en diversas fábricas. Al igual que en las fábricas al sulfato, no se han tomado en cuenta los problemas relacionados con el calor secundario, los que son, sin embargo, de gran significación en las fábricas que producen pasta altamente elaborada. Es difícil sobreestimar la importancia que reviste la aplicación de un sistema de calor secundario bien planeado en todo el proceso de fabricación.

3. INVERSIÓN EN INSTALACIONES

Es difícil establecer reglas generales sobre inversiones y costos en las instalaciones evaporadoras. Sin embargo, en el Apéndice 1 se presentan algunos datos correspondientes a una instalación para lejía al sulfato, y en el Apéndice 2 se consigna la misma información con respecto al equipo para lejía al sulfito. Dichos costos son aproximados y se basan en los niveles de precios vigentes en Suecia en marzo de 1954.

Los costos relacionados con la evaporación de la lejía negra en una fábrica al sulfito (Apéndice 2) son de especial interés. Su relación con el precio corriente del carbón es, sin duda, un factor muy importante desde el punto de vista de la economía de una fábrica de este tipo. Conviene recordar que con los niveles de precios que han predominado en Suecia hasta ahora, todas las instalaciones construidas para la evaporación de la lejía negra al sulfito han dejado utilidades debido al ahorro de combustible.

Cuando los precios del combustible son más bajos, la ventaja económica puede no ser muy buena. En los cálculos del Apéndice 2 se verá que los "ahorros" o el valor que corresponde al reemplazo del carbón cuando se utiliza lejía negra al sulfito como combustible es aproximadamente de 11 a 12 dólares por tonelada, o sea casi el mismo precio que actualmente se paga por este producto en Suecia. Estos cálculos, sin embargo, se han hecho con un criterio muy mesurado; así, por ejemplo, se ha considerado un período muy corto de amortización (10 años), comparado con el tiempo de duración estimado, lo que determina altos cargos fijos de decisiva importancia en los cálculos.

No siempre es posible emitir una opinión acerca de si se debe o no instalar un equipo de recuperación de lejía al sulfito basándose solamente en el ahorro de combustible. Existen otros factores que también son importantes. En el futuro puede ser necesario recuperar la lejía negra aun cuando los beneficios inmediatos no sean tan atractivos como lo han sido hasta ahora en el caso de fábricas en marcha. Es difícil decir con exactitud cuáles serán los factores decisivos: si los problemas relacionados con la contaminación del agua u otros semejantes, o bien la necesidad de economizar combustible y aprovechar los recursos naturales.

Apéndice 1

DATOS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LA LEJIA NEGRA EN UNA FABRICA DE PASTA AL SULFATO

<i>Condiciones</i>		
Producción pasta	toneladas por día	100
Contenido de sustancias sólidas en la lejía negra:		
antes de la evaporación	por ciento	18
después de la evaporación	por ciento	60
Cantidad de sustancias sólidas	kilogramos por tonelada de pasta	1.350
Caldera de la instalación recuperadora	40 kg/cm ² y 400° C	
<i>Inversión (dólares)^a</i>		
Instalación recuperadora (incluyendo instrumentos, filtro eléctrico, bombas alimentadoras de agua, equipo para tratamiento del agua, etc.)		800.000
Edificio		200.000
Total		1.000.000
Instalación de evaporación ^a		200.000
Edificio		60.000
Total		260.000
Total General		1.260.000

^a Equipo al vacío, de quintuple efecto.

Apéndice 2

DATOS SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LA LEJIA NEGRA EN UNA FABRICA DE PASTA AL SULFITO

		<i>Pasta dura al sulfito</i>	<i>Celulosa tipo rayón</i>
<i>Condiciones</i>			
Producción de pasta	toneladas por día	100	100
Producción de pasta	toneladas por hora	4,17	4,17
<i>Lejía del digestor</i>			
Sustancias sólidas en el líquido primario	kilogramos por tonelada	1.050	1.400
Sustancias sólidas	por ciento	13,5	13,5
Relación de concentración	por ciento	80	80
Rendimiento en sólidos	por ciento	80	80
<i>Lejía destinada a la instalación de evaporación^a</i>			
Cantidad	kilogramos por hora	32.400	43.300
Sustancias sólidas	por ciento	10,8	10,8
<i>Lejía procedente de la instalación de evaporación</i>			
Cantidad	kilogramos por hora	6.300	8.300
Sustancias sólidas	por ciento	55	55
Cantidad de agua evaporada	kilogramos por hora	26.000	34.800
Poder calorífico neto de la lejía espesa	kilocalorías por kilogramo	2.000	2.000
Eficiencia de la caldera	por ciento	80	80
Tiempo total de funcionamiento por año	horas	7.000	7.000
<i>Inversión total en dólares</i>			
(incluyendo la instalación completa de evaporación y la construcción del equipo para quemar la lejía en las calderas existentes, etc.)		550.000	650.000
<i>Cargos fijos anuales^b</i>			
(calculados en 20 por ciento de la inversión total precitada)		dólares por año	110.000
			130.000
<i>Combustible economizado</i>			
Carbón de 6.500 kilocalorías por kilogramo	toneladas por año	8.150	10.900
<i>Costo del combustible economizado</i>		dólares por tonelada de carbón	13,6
			11,9

^a Equipo al vacío, de quintuple efecto.

^b 10 por ciento de amortización (período de 10 años) más 3 por ciento de interés (tipo de interés 6%); a ello hay que agregar un 7 por ciento como cifra aproximada correspondiente a gastos de funcionamiento adicionales (reparaciones, consumo de energía en la evaporación, materiales diversos, etc.)

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA PRODUCCION DE ENERGIA Y VAPOR EN LA INDUSTRIA PAPELERA¹

G. Ranwez

La papelera es una de las industrias en que el consumo de energía eléctrica y vapor son factores de gran influencia en los costos de producción. La variedad de materias primas y de procedimientos que se emplea no permite abarcar en un estudio único, todos los casos ni, por consiguiente, determinar las condiciones óptimas: cada planta debe ser objeto de un cuidadoso estudio, térmico por una parte y financiero por la otra.

En una fábrica de papel se necesitan grandes cantidades de vapor a una presión de 3 atmósferas y menores a 8 atmósferas. El consumo de este último es, en general, bastante irregular, pero con ciertas precauciones pueden absorberse los picos de demanda más agudos.

Por lo que respecta a las necesidades de energía eléctrica, éstas guardan normalmente proporción con los consumos de vapor de baja presión (3 atmósferas), pero en circunstancias anormales pueden ser completamente independientes. La energía de condensación ha de disponer de las reservas suficientes para absorber esas variaciones.

El programa de producción de la fábrica y la existencia de plantas complementarias modifican las proporciones entre la energía eléctrica y la energía térmica.

Los cálculos que se dan a continuación se basan en instalaciones modelo en las cuales las únicas variantes son la presión y la temperatura del vapor. (Véase cuadro 1.)

Las turbinas tendrán una extracción a 8 y otra a 3 atmósferas; en el condensador se mantiene una presión de 0,06.

Los cálculos se harán a carga normal, porque las cargas parciales pueden variar los rendimientos en las extracciones, de acuerdo con el tipo de turbina.

Se supone que el 80 por ciento del vapor que va a la fabricación es devuelto en estado de agua condensada pura y a 80°C: El restante 20 por ciento cubre las pérdidas en fábrica y en la planta generadora.

El agua de aporte será evaporada por medio de un sistema evaporador de doble efecto; el vapor del segundo efecto calentará el agua de retorno de fábrica y el condensado

de la turbina de condensación. Se admitirá que una tonelada de vapor de 3 atmósferas evapora 1,6 toneladas de agua. Se supone un rendimiento térmico de la evaporación de 90 por ciento (en realidad, algo superior). Este sistema, en caso de disponerse de vapor de extracción y de poder utilizarlo por completo, es extraordinariamente más barato, tanto en instalación como en operación.

El condensado de la turbina sale de las bombas de extracción a unos 40°C o menos y se supondrá que a la salida del condensador del eyector de aire tiene 50°C. No se considerará la potencia de las bombas de circulación, por suponerse que toda el agua de fabricación pasa por el condensador. El condensado de la turbina, mezclado con el de retorno de fábrica, será calentado y desaireado en un intercambiador directo y degasificador, con vapor de 3 atmósferas. Las bombas de alimentación enviarán la mezcla pasando a la caldera por un intercambiador indirecto que recibe vapor de 8 atmósferas. El condensado de este calentador vuelve al degasificador.

Lo potencia absorbida por la bomba de alimentación es de unos 0,00522 KW/ton. por metro de altura requerida. Se supone un rendimiento de caldera de 86 por ciento. Ese rendimiento es elevado para las unidades de menor presión y en las últimas etapas del cálculo se reducirá a 83,5; 82; 80,8; y 80 para 42, 30, 20 y 15 atmósferas respectivamente.

A base de estos valores se ha calculado la cantidad de energía neta producida por una tonelada de vapor de 8 y 3 atmósferas que se envía a la fábrica y la energía eléctrica producida por una tonelada de vapor que va de la caldera al ciclo de condensación.

Estos valores se aplican a título de ejemplo a una fábrica tipo capaz de producir 100 ton/día de papel, con los siguientes consumos y capacidades instaladas:

15 ton/h. vapor	3 atmósferas
5 ton/h. vapor	8 atmósferas
4.500 KW en fábrica (papelera-celulosa)	
250 KW bombeo de agua de fabricación	
150 KW auxiliares varios	
100 KW luz o talleres	
<hr/>	
5.100 KW	

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF. 3/L.6.8.

Cuadro 1

Presión (atmósferas)	KW producción por tonelada vapor a fábrica			KW faltantes (Condensación 5100—(c))	Tonelada vapor a ciclo con- densación	Tonelada vapor caldera	Consumo petróleo (t/t papel)
	(3 atmós- feras)	(5 atmós- feras)	Total				
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
90	2.530	666	3.196	1.904	8,5	33,3	0,612
60	2.340	593	2.933	2.167	10,1	34,9	0,632
42	2.000	483	2.483	2.617	13,2	38,0	0,687
30	1.765	403	2.168	2.932	25,8	40,6	0,735
20	1.360	269	1.629	3.471	20,3	46,1	0,815
15	1.110	183	1.293	3.807	25,5	50,3	0,876

(f) Vapor a la fábrica $\times 1,22 + (e) + 0,4$ ton. por pérdidas en los laberintos de la turbina.

En el cuadro 1 se indica la distribución de la energía entre los distintos circuitos de vapor en función de la presión del vapor vivo.

Se comprueba que las presiones elevadas permiten obtener una notable economía en el consumo de combustible. Sin embargo, también deben considerarse los costos de las instalaciones.

Sobre las bases de una amortización durante 20 años, de 6 por ciento de interés, 7.800 horas de servicio por año, el petróleo a 270 pesos por tonelada, 4 hombres para la vigilancia y 3 en cada turno para la conservación, un costo de 6.500.000 pesos para los edificios y equipos eléctricos, factores éstos que varían poco con la presión, se llega a los resultados que recoge el cuadro 2.

Cuadro 2

COSTOS POR TONELADA DE PAPEL

(Moneda argentina)

Presión (atmósferas)	Combustible	Amortización, instalación, maquinaria, caldera y tur- bina	Amortización, instalación, edificio y equipo eléc- trico	Personal	Costo ener- gía térmi- ca y eléc- trica
90	157,5	31,40	17,30	21,50	227,70
60	162,5	27,70	17,30	21,50	229,0
42	179	25,70	17,30	21,50	243,50
30	190,5	25,70	17,30	21,50	255,0
20	228	23,60	17,30	21,50	270,40
15	208	22,10	17,30	21,50	288,90

Es notable la variación del costo de la energía (térmica más eléctrica) diferencia tanto más sensible cuanto más alto sea el costo del combustible y menor el de la maquinaria. Muchas instalaciones utilizan presiones bajas y pueden mejorar su costo de energía instalando turbinas de varias etapas, siempre que las unidades existentes tengan rendimientos razonables.

En lo que se refiere al vapor de extracción, es conveniente utilizarlo al máximo, porque la energía eléctrica obtenida

con ese vapor es muy barata, aunque no debe incurrirse en el error común de creer que no cuesta nada.

La energía es un elemento costoso en la fabricación del papel. En general hay una tendencia a elevar las presiones existentes. Cada caso necesita un estudio profundo en el cual deben considerarse el costo de la maquinaria y combustible, los inconvenientes del servicio y la seguridad del funcionamiento.

EL PROCEDIMIENTO ASCHAFFENBURGER PARA LA FABRICACION DE CELULOSA DESTINADA A PAPEL DE DIARIO¹

Rudolf Schepp

Se ha pensado con frecuencia en la fabricación de papel de diario a partir del bagazo de la caña de azúcar, pues la fibra del bagazo es barata y, según se cree, puede competir fácilmente con los ingredientes que por lo general se emplean para producir papel de diario (80 por ciento de pasta mecánica y 20 por ciento de pasta al sulfito sin blanquear). El costo del bagazo, en el ingenio, está determinado exclusivamente por su valor como combustible; los costos subsiguientes relativos a su transporte a la fábrica de celulosa (eliminación de la médula, enfardado, secado, etc.) son en su mayor parte gastos por concepto de mano de obra. Así pues, como materia prima, el bagazo parece ofrecer considerables ventajas sobre la madera, ya que ésta debe ser plantada, cultivada, talada, transportada, descortezada, almacenada y trozada. Esta ventaja financiera hace que sea económico tratar el bagazo mediante un procedimiento químico. En efecto, la pasta química de bagazo sin blanquear es más barata que la mezcla de pasta mecánica y química que por lo común se emplea para fabricar papel de diario. Por sus características especiales el bagazo no ha podido ser transformado en pasta mediante el procedimiento mecánico normal, por lo que es absolutamente necesario encontrar un procedimiento de cocción adecuado.

Aunque en los experimentos antes realizados se trató de fabricar papel de diario a base de pasta de bagazo blanqueada, se decidió, por consideraciones relativas al costo y a la calidad, llevar a cabo trabajos experimentales con miras a fabricar papel de diario con pasta de bagazo no blanqueada.

Son bien conocidas las dificultades con que se tropieza para fabricar pasta de buena calidad utilizando el bagazo como materia prima; ésta es dispareja, pues algunas son atacadas por el reactivo con relativa facilidad y otras ofrecen fuerte resistencia. La pasta no blanqueada resultante contiene impurezas y es de color oscuro.

El hecho de que la materia prima sea desigual se debe a la estructura fisiológica del tallo de la caña de azúcar. El tejido básico se compone de células cortas de paredes delgadas, que constituyen la médula. Un corte transversal muestra que la médula se extiende de un lado a otro en todo sentido, y que en medio de ella pueden verse los haces fibrosos. A medida que se avanza hacia el interior, las células se tornan más grandes y más anchas, sin que el grosor de sus paredes aumente en la misma proporción. Los haces fibrosos están repartidos irregularmente en el corte transversal; son más compactos en el borde y más espaciados hacia el centro. Cada haz fibroso contiene cuatro vasos, tres de ellos tipo criba, y el cuarto es un conducto anular de paredes gruesas. Finalmente, la superficie está cubierta por una epidermis delgada, pero compacta, compuesta de dos capas: la inferior, formada por células parenquimatosas adelgazadas y ligeramente perforadas, y la superior, com-

puesta de fibras de tipo dermatoso o escamoso, dispuestas diagonalmente con respecto de las células parenquimatosas de la capa inferior.

Las células de esta epidermis se disuelven con mucha lentitud e incompletamente durante el proceso de cocción, dejando residuos en la pasta terminada, los que generalmente causan molestias y aparecen como impurezas de coloración oscura.

Es muy diferente la manera como cada uno de los tres elementos principales —médula, haces fibrosos y epidermis— reacciona ante el tratamiento. La médula es la que menos resistencia ofrece a la penetración e influencia de sustancias químicas. Los haces fibrosos del interior se descomponen en fibras individuales con mayor facilidad que los de la capa exterior, debido a su alto contenido de lignina. La epidermis suele dividirse en partículas celulares de mayor tamaño.

De las investigaciones realizadas en los laboratorios Aschaffenburger se desprende que si las diferentes partes del tallo se tratan por separado, el rendimiento de la médula es alrededor del 15 por ciento inferior al de la otra parte. Las propiedades físicas de la médula y de la parte fibrosa demostraron ser sorprendentemente favorables aun antes de la refinación, mientras que desde este punto de vista la epidermis parece ser completamente inservible. Llama la atención el hecho de que la pasta elaborada nada más que con médula presente —aun antes de refinada y a 40 grados Schopper-Riegler—, muestra cualidades muy adecuadas para fabricar pergamino evidenciando al mismo tiempo una resistencia al doble plegado superior a 6.000. La resistencia de la médula al desgarramiento es naturalmente muy inferior a la de la parte fibrosa.

Mientras que la médula y los haces fibrosos pueden separarse con gran facilidad, la epidermis tiende a adherirse a dichos haces.

La médula puede ser separada de dos maneras: *a*) mediante el tratamiento mecánico en seco, seguido por tamizado (en cuyo caso se escapan muchas fibras), o *b*) mediante el tratamiento mecánico en húmedo, en que las células medulares son arrastradas por el agua. Se han obtenido excelentes resultados mediante este último tratamiento.

La proporción de los tres elementos varía según las condiciones de crecimiento y la edad de los tallos. En general, sin embargo, la sustancia seca del tallo se compone de un 5 por ciento de epidermis; 50 por ciento de haces fibrosos provenientes de la capa externa, con un elevado contenido de lignina; 15 por ciento de haces de fibras internas, y por lo menos 30 por ciento de médula. Si los diversos elementos se tratan químicamente por separado, se verá con claridad que las fibras de los haces externos son las más largas y las de las capas internas considerablemente más cortas. Las células fibrosas de la capa externa tienen paredes mucho más gruesas que las de la capa interna.

Por regla general, el bagazo no se elabora cuando está fresco, pues la zafra rara vez es continua. En los países donde la zafra es de larga duración —hasta 11 meses—

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.6.9, en el que se presentan cálculos detallados sobre el costo de producción.

conviene tratar el bagazo cuando está fresco para evitar el gasto de entongarlo y almacenarlo. Tal procedimiento tiene también la ventaja de que el bagazo recién seco da una pasta de mejor calidad. En ese caso, es conveniente extraer la médula por el método húmedo.

En la mayoría de los países, sin embargo, la zafra es de corta duración, lo que hace necesario secar y almacenar el bagazo antes de tratarlo. La composición del bagazo de fardos prensados y almacenados es muy diferente de la del bagazo fresco. La proporción en que aparecen los diferentes elementos no se mantiene fija, ya que gran cantidad de médula se escurre con la melaza durante el prensado. Por otra parte, en los fardos apilados en lugares de clima tropical, el proceso de intensa fermentación se inicia en pocos días. Durante la fermentación, la sustancia colorante de la epidermis queda parcialmente destruída, lo que, como es natural, tiene sus ventajas; por otra parte, se facilita el crecimiento de innumerables variedades de hongos y con ello se originan impurezas molestas. Si se quita la médula por el método húmedo, los micelios coloreados de los hongos quedan al mismo tiempo separados de las fibras. De tal modo se obtiene una materia prima muy limpia con la que puede prepararse una pasta mucho más clara que la obtenida con el bagazo sucio. Es de lamentar que esos esporos de coloración oscura no puedan ser eliminados sin provocar la separación simultánea de la médula, ya que ésta no tiene efectos nocivos sobre la pasta.

En la fabricación de papel de diario con pasta de bagazo sin blanquear es de primordial importancia obtener la pasta más blanca posible. En cuanto al procedimiento adecuado para elaborar pasta, habrá que elegir entre el procedimiento al sulfito neutro y el método alcalino. Se da preferencia al primero de los métodos mencionados por las razones siguientes: *a*) es más fácil subsanar las dificultades ocasionadas por la falta de homogeneidad en el material; *b*) la pasta obtenida es más blanca; *c*) se requiere un número relativamente limitado de productos químicos; *d*) se obtiene mayor rendimiento, y *e*) existe la posibilidad de adaptar tal método a la calidad de pasta requerida (por ejemplo, se puede obtener papel de diferente calidad, de distinta resistencia, blandura y opacidad).

Hay otra razón para considerar el procedimiento modificado al sulfito neutro como el más adecuado para elaborar papel de diario a base de bagazo: evita toda hidrólisis, por lo cual da un rendimiento elevado y una pasta de alto grado de polimerización. Mediante una prehidrólisis cuidadosamente regulada es posible adaptar el tipo de pasta al producto final que se desea obtener (por ejemplo, elaborar pasta de calidad comparable a la semiquímica). Aquellas partes de la caña de azúcar que no se desfibran con facilidad pueden ser convertidas en pasta ordinaria dura mediante una prehidrólisis regulada cuidadosamente. Variando las condiciones de la prehidrólisis, es posible elaborar pasta blanda excelente para el blanqueo y de excelentes propiedades para la fabricación de papel fino. Para obtener una pasta uniforme y lisa hay que prever pérdidas de alrededor de 17 por ciento de sustancia, debido en gran parte a los pentosanos que quedan en libertad. La ulterior cocción con sulfito de sodio puede variar en alto grado; en general, se recomiendan temperaturas de 150 a 160° C para la cocción. Se añade sulfito de sodio en cantidades que oscilan entre 8 y 16 por ciento del peso del bagazo absolutamente seco, y alrededor del 2 por ciento de sodio como elemento regulador (*buffer*).

El rendimiento varía entonces, según la cantidad deseada, entre 55 y 68 por ciento. Con pasta bien preparada y tratada, el rendimiento será del 60 por ciento más o menos. Una

cifra más elevada significa que se han obtenido cualidades muy semejantes a las de la pasta semiquímica. El rendimiento de 68 por ciento corresponde al límite de la desfibración técnica. Un mayor rendimiento trae consigo, como es natural, una disminución en la resistencia y en la calidad del papel elaborado.

COMPARACION ENTRE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA PASTA DE BAGAZO Y LA PASTA DE ABETO AL SULFITO

	Bagazo al sulfito neutro	Bagazo al sulfato	Abeto al sulfito
Grado de engorde (S-R)	70	70	45
Longitud de ruptura (metros)	7,000	7,000	8,500
Resistencia al plegado	2,000	1,500	4,000
Id. al reventamiento	35	30	60
Id. al desgarramiento	125	100	150
Id. inicial en húmedo	90	45	120
Blancura (porciento)	54	33	64

Por "resistencia inicial en húmedo" se entiende la resistencia del papel antes del secado. La cifra correspondiente determina si la máquina de papel puede funcionar a la velocidad normal; como es insuficiente la resistencia a la tensión del papel húmedo, la máquina sólo puede funcionar a poca velocidad. La pasta de abeto al sulfito es, por supuesto, superior a la pasta de bagazo en longitud de ruptura y resistencia al plegado y al desgarramiento. Pero si se toman en cuenta las cualidades de la pasta mecánica de madera, es evidente que la pasta de bagazo al sulfito neutro no es inferior en calidad a la mezcla convencional de pasta mecánica y pasta de abeto al sulfito.

Si se comparan las propiedades físicas del papel de diario hecho de pasta de bagazo con las del papel de diario corriente, se verá (como lo demuestra el cuadro siguiente) que el primero es superior en longitud de ruptura y resistencia al plegado.

		Bagazo	Papel de diario común (abeto)
Longitud de ruptura	long.	3.810	2.570
	trans.	1.670	1.400
	prom.	2.740	1.985
Resistencia al plegado m. de	long.	17	8
	trans.	4	2
	prom.	11	5
Blancura		56	59

A continuación se resumen las diversas etapas del método Aschaffenburg para fabricar papel de diario a base de bagazo:

Se separa la médula del bagazo seco, ya sea por medio de un molino de martillo y de tamizado o bien por un tratamiento especial en húmedo. Luego se calienta el bagazo, con agua, hasta 125° C; se deja escurrir el agua y se lava nuevamente el bagazo con agua caliente siguiendo un método especial. El líquido de cocción, que contiene 10 kilogramos de soda cáustica y 3,5 kilogramos de azufre por cada 100 kilogramos de bagazo seco, se bombea entonces al digestor. Después de lavado, el material tratado se lleva a una máquina depuradora apropiada; las partes que han quedado sin cocer serán entonces desfibradas mecánicamente en un refinador. Después de una selección cuidadosa, se transforma

**COSTO ESTIMADO DE PRODUCCION DE PASTA DE BAGAZO
AL SULFITO O MONOSULFITO NEUTRO**
(Costo de producción en dólares por tonelada de pasta acuosa)

<i>Rendimiento de la pasta sin blanquear: 62%</i>			
	<i>Cantidad</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo por tonelada</i>
<i>Bagazo limpio</i>	1,60	10,00	16,00
<i>Productos químicos (kg)</i>			
Hidróxido de sodio	160	0,077	12,32
Azufre	48	0,030	1,44
Varios	—	—	1,00
Total			14,76
<i>Gastos de operación</i>			
Vapor (y energía) (t. m.)	4,3	1,65	7,10
Agua (m ³)	75	0,013	0,98
<i>Mano de obra: horas-hombre</i>			
Funcionamiento	7	1,70	11,90
Reparación	0,5	2,50	1,25
Materiales de reparación y mantenimiento	—	—	2,00
Vigilancia de la fábrica y gastos generales	—	—	5,00
Depreciación de las instalaciones y equipo	—	—	9,00
Total			37,23
<i>Costo estimado de la pasta acuosa</i>			67,99

la pasta en papel de diario agregando a aquélla substancias de relleno y después de agregarle cargas y brea.

Con este método se han tratado varios centenares de toneladas de bagazo en escala industrial y con la pasta así obtenida se ha fabricado papel de diario en grandes máquinas de papel. En los tipos de papel fabricados se ha empleado un 100 por ciento de pasta de bagazo a ésta mezclada con 10 por ciento de pasta de coníferas.

Los papeles resultantes han sido impresos en Alemania en prensas rotativas ordinarias y han tenido buena acogida.

La estimación del costo de producción de la pasta acuosa —68 dólares— corresponde más o menos al de la mezcla de pasta mecánica y pasta al sulfito, según cálculos preparados por expertos de la FAO. Tal estimación del costo de producción está muy por debajo de los precios actuales vigentes en el mercado mundial.

EL PROCEDIMIENTO CONTINUO "DEFIBRATOR" PARA LA ELABORACION DE PASTA SEMIQUIMICA¹

Aktiebolaget Defibrator, Estocolmo (Suecia)

Aunque los principios fundamentales de la elaboración de la pasta semiquímica se conocían desde hace 25 años o más, el paso de la etapa de laboratorio a la producción industrial demoró mucho tiempo. Sin embargo, una vez iniciada la producción en escala industrial, ésta aumentó rápidamente, sobre todo en los Estados Unidos, donde alcanzó en 1952 a 740 mil toneladas aproximadamente; la cifra preliminar para 1953 es de 925 mil toneladas.

De la cantidad producida, se destina del 90 al 95 por ciento para la fabricación de cartón corrugado. También se puede emplear pasta semiquímica, sola o mezclada con otras pastas, para la elaboración de una gran variedad de papeles y cartones.

Su alto contenido de hemicelulosa facilita la refinación y puede blanquearse hasta alcanzar igual grado que la pasta blanqueada corriente, al mismo tiempo que conserva su extraordinaria resistencia. Es probable que se encuentren aplicaciones cada vez más numerosas para la pasta semiquímica.

Cualquier material lignocelulósico se puede transformar en pasta semiquímica siempre que se elijan los elementos y el tratamiento químico apropiados. Algunas especies de maderas que no son adecuadas para la elaboración de pasta mediante los procedimientos comunes pueden transformarse con ventaja en pasta semiquímica; este procedimiento no afecta necesariamente el abastecimiento de materias primas de las fábricas de celulosa existentes. Se puede usar madera sin descortezar y madera de pequeñas dimensiones, como costaneras. Con ciertos límites, también puede usarse una mezcla de maderas de diferentes especies, lo cual da al procedimiento especial importancia cuando se explotan bosques tropicales y subtropicales.

Por su contenido de lignina —relativamente bajo— y su alto contenido de celulosa y hemicelulosa, las maderas de especies latifoliadas son particularmente apropiadas para la fabricación de pasta semiquímica.

En los Estados Unidos la madera de especies latifoliadas ha llegado a constituir la principal fuente de abastecimiento de materias primas para la elaboración de la pasta semiquímica. Sin embargo, tanto en ese país como en Europa, es cada vez mayor la cantidad de madera de coníferas que se trata por medio del procedimiento semiquímico, debido a la gran economía que representa en el consumo de madera.

En el transcurso de los diez últimos años se han realizado numerosas investigaciones con diversos materiales lignocelulósicos en los laboratorios de AB Defibrator, con el fin de determinar la aptitud de dichos materiales para la elaboración de pasta semiquímica.

Los procedimientos para elaborar pasta semiquímica dan un rendimiento considerablemente mayor que los empleados para la elaboración de pasta química, ventaja compensada al principio por el costo más elevado de los productos quí-

micos por tonelada de pasta producida. Sin embargo, mediante la recuperación de la lejía negra y otros adelantos en los procedimientos químicos y mecánicos, se puede reducir sustancialmente el costo de los productos químicos.

Según el tipo de materia prima, la cantidad de productos químicos que se usen, etc., el rendimiento puede oscilar entre 60 y 85 por ciento del peso de la madera seca. Este se puede comparar muy favorablemente con el rendimiento de los procedimientos que se emplean comúnmente para elaborar pasta química, que fluctúa entre el 40 y el 50 por ciento. Cuando el abastecimiento de materias primas es limitado, reviste especial importancia la obtención del mayor rendimiento posible en la elaboración de la pasta semiquímica. Este es uno de los motivos que hacen muy probable el avance del procedimiento semiquímico, aun en regiones forestales que hasta ahora habían sido las principales proveedoras de materia prima para papel y celulosa.

Es también importante el hecho de que las fábricas de pasta semiquímica puedan construirse en unidades pequeñas sin comprometer la economía de la producción. En cambio, las fábricas de celulosa al sulfito y al sulfato que se construyen actualmente deben ser muy grandes a fin de mantener bajo el costo unitario de producción.

En lo que se refiere a las regiones tropicales y subtropicales, el abastecimiento de madera generalmente es abundante, por lo cual no es tan imperiosa la necesidad de hacer economías estrictas en el uso de la madera. Mas los costos de la tala y del transporte de la madera desde los bosques hasta los lugares industriales suelen ser tan altos que es indispensable emplear un procedimiento de alto rendimiento para elaborar pasta y poder alcanzar bajos costos de producción y precios de competencia.

Hasta ahora se han desarrollado numerosos procedimientos, continuos y discontinuos, para elaborar pasta semiquímica.

Por diversas razones, la AB Defibrator recomienda el procedimiento continuo para la elaboración de la pasta semiquímica, sobre todo cuando se planea una fábrica totalmente nueva que no guarda relación con una fábrica de pasta existente.

A continuación se enumeran las ventajas del procedimiento continuo para la elaboración de pasta semiquímica, en comparación con el procedimiento discontinuo:

- a) requiere unidades más pequeñas y, por lo tanto, menos espacio;
- b) mayor flexibilidad;
- c) mejor control, con frecuencia automático, de las operaciones;
- d) costos más bajos de mantenimiento;
- e) economía de energía eléctrica y de vapor;
- f) requiere menos mano de obra;
- g) costos más bajos de instalación y de construcción.

En los Estados Unidos funcionan actualmente diez fábricas en las cuales se han instalado 19 Defibrators con una capacidad anual combinada de 260 mil toneladas de pasta

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF./L.6.10, que contiene fotografías de las máquinas descritas y un esquema de las diversas etapas del procedimiento Defibrator.

semiquímica. En Alemania, Dinamarca, Finlandia, Francia, Inglaterra, Noruega, Suecia y Suiza también hay fábricas de pasta semiquímica, en construcción o establecidas, que usan el Defibrator.

Para elaborar pasta semiquímica según el procedimiento continuo especial, ideado por AB Defibrator, se impregna la materia prima con una solución de productos químicos a la presión y temperatura ambiente. (En una variante de este procedimiento la impregnación se efectúa a presión). El material así impregnado se introduce en forma continua, mediante un "alimentador rotatorio", en un precalentador largo de secciones superpuestas, equipado con transportadores helicoidales diseñados para ejercer una fuerte acción mezcladora sobre el material a fin de asegurar el calentamiento uniforme y la distribución total de los productos químicos. El calentamiento se efectúa por introducción directa del vapor a una presión que fluctúa entre 8 y 12 atmósferas, según la materia prima que se elabora y los productos químicos que se usen. El tamaño del precalentador se selecciona teniendo en cuenta la capacidad de la fábrica y el tiempo de precalentamiento deseado, el que puede variar entre 15 minutos y 2 horas o más. El precalentador también se puede construir para producir calor en etapas consecutivas (por ejemplo, para obtener temperaturas sucesivamente mayores) con objeto de ceñirse a un programa de cocción previamente escogido.

Después de pasar por el precalentador, la materia prima entra en la zona desfibradora de la sección Defibrator, en donde se realiza la desfibración final antes de que el mate-

rial pase del ambiente de vapor de alta presión en que se encontraba a las condiciones atmosféricas ambiente. Una parte considerable del calor del vapor puede recuperarse en forma de agua caliente con una temperatura que fluctúa entre 60 y 75° C.

En el Defibrator el procedimiento puede adaptarse a la producción de diferentes clases de pastas para papel, sin blanquear, semiblanqueada o blanqueada.

Según el tipo de productos químicos que se use, la pasta pasa por las prensas o filtros para recuperar o volver a usar los productos químicos hasta donde sea posible. La separación de los productos químicos de la pasta se hace para facilitar las etapas restantes de su elaboración, como asimismo para evitar la contaminación de las aguas.

Según el tipo de pasta producido y el uso a que esté destinada, puede refinarse en una o más etapas. Cuando sea necesario para la elaboración de productos de calidad superior, la pasta puede también depurarse.

La existencia de refinadores de disco moderno, de alta precisión y gran capacidad, ha ampliado enormemente el uso de la pasta semiquímica para la fabricación de papeles de distintas variedades. El Raffinator tipo RF, diseñado por la AB Defibrator, se adapta especialmente a la refinación de la pasta semiquímica. La regulación de alta precisión del espacio interfacial de los discos permite lograr y reproducir los efectos de refinación deseados. La capacidad del Raffinator es muy alta y su acción es tan eficaz que pueden reducirse a un mínimo la depuración y otros tratamientos posteriores.

PROCEDIMIENTOS Y EQUIPOS MODERNOS PARA DEPURAR PASTA DE PAPEL¹

Karl Lindgren

Una investigación acerca de la disponibilidad mundial de materias primas para la elaboración de celulosa, ha revelado que el aumento de la producción celulósica no puede basarse únicamente en el empleo de madera de coníferas de fibras largas, aunque pueda contarse con plantaciones en gran escala de especies de hojas latifoliadas, de crecimiento rápido, apropiadas para dicho objeto. Por tanto, para aumentar la producción de pasta habrá que hacer uso de madera blanda de fibra corta, es decir, de maderas de especies latifoliadas,

asimismo habrá que hacer uso, seguido, de residuos agrícolas.

También es de esperar una mayor demanda en cuanto a la calidad de la pasta de fibra larga y de fibra corta. El grado de pureza es uno de los factores que influye enormemente en la clasificación de las pastas, ya que en muchos casos determina la medida en que el material es adecuado para fabricar ciertas clases de papel y cartón. Por consiguiente, es muy importante saber elegir los depuradores y los sistemas de depuración que más convenga.

1. EQUIPOS DE DEPURACION

Todavía no se ha inventado el depurador ideal, es decir, el que elimine en su totalidad las impurezas de la pasta. Hoy en día gran parte de tales impurezas pasan a través de las perforaciones o ranuras de las placas del depurador. Más aún, se da el caso de que en algunos depuradores aquellas impurezas de mayor tamaño que las perforaciones o ranuras llegan a escurrirse por éstas al reducirse a pedazos pequeños, después de haber permanecido largo tiempo sobre el tamiz. La eficacia de un depurador depende de su diseño, del tiempo que la pasta permanece en él, de la naturaleza y cantidad de las impurezas que contiene la pasta, de la consistencia de ésta y del por ciento de residuos de la depuración.

Este último factor tal vez sea el más importante. El rebose contiene fibras aceptables y un conjunto de partículas de impurezas. Para evitar que una cantidad demasiado apreciable de fibras aceptables se escape de la sección de depurado conjuntamente con los rechazos, es necesario adoptar, para la mayor parte de las clases de pasta, un sistema de depuración de varias etapas.

Algunos tipos de depuradores eliminan las partículas largas (astillas y virutillas) mejor que las esféricas y las redondas; otros, en cambio, eliminan las impurezas redondas pero no son tan eficaces en el caso de las virutillas. Por lo tanto, suele aconsejarse el empleo de diversos tipos de depuradores en un mismo sistema de depuración. Aunque es importante saber elegir el tipo de depurador que conviene emplear para cada clase de pasta, lo es mucho más saber elegir el sistema de depuración adecuado. En su mayor parte, las diferentes clases de pasta contienen células radiales libres, fragmentos de fibras y otras partículas finas, todo lo cual puede denominarse "material no fibroso". Tales partículas también deben considerarse como una clase de impureza. En la pasta al sulfito, por ejemplo, gran parte de la resina se encuentra en este material no fibroso. Si se elimina este material no fibroso de la pasta al sulfito, su contenido de resina será menor y su blancura mayor. La eliminación de este material innecesario mejorará asimismo la calidad de la pasta preparada con recortes de papel y residuos agrícolas, como el bagazo.

Los procedimientos de separación difieren según el tipo de equipo empleado, pero el más eficaz consiste en rociar

pasta acuosa de baja consistencia sobre una rejilla metálica movable, de malla fina. A veces, aun después de haber sido depurada convenientemente, la pasta contiene todavía muchas impurezas, por lo que es necesario adoptar otras medidas para eliminarlas.

Las impurezas penetran en la pasta durante el proceso de elaboración, junto con la materia prima y el agua. Para obtener una pasta pura, es necesario descortezar y clasificar la madera. Antes de la cocción hay que cortar la paja, el bagazo y materias primas similares, depurarlos bien y quitarles el polvo.

Si el contenido de humedad de las astillas de madera no es uniforme y si ello no se corrige mediante la acción del vapor previa a la cocción del material, la absorción de los productos químicos será irregular. Además, si se alcanza en poco tiempo la temperatura máxima de cocción, es probable que algunas astillas queden con el centro decolorado, que es difícil de desfibrar y que puede dar origen a una gran cantidad de impurezas. De las maderas de especies latifoliadas tropicales y otras materias primas similares se obtiene pasta de calidad variable; la mezcla de pastas de distintas calidades puede ocasionar serias dificultades como la que acaba de señalarse. Otro factor importante es el tratamiento dado a la pasta al pasar de los digestores al departamento de depuración.

La instalación de una planta depuradora organizada en la mejor forma posible no requiere grandes inversiones. No es preciso que la pasta tenga un grado de pureza mayor que el que necesitaría en el momento de utilizarla. Tratándose de ciertas clases de pasta, es posible que un departamento de depuración de primera clase dé buenos resultados aun con madera que no haya sido bien descortezada. El ahorro en materia prima y mano de obra compensará sin demora la diferencia entre la inversión destinada a una planta depuradora de primera clase y otra para una instalación de tipo más barato. A continuación se exponen las características de los depuradores más comunes, que se clasifican en seis grupos designados con las letras A a F.

GRUPO A: DEPURADORES DE DIAFRAGMA PLANO

Estos depuradores vibratorios de baja frecuencia funcionan a razón de 200 a 500 vibraciones por minuto y en general

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF./L.6.11.

están equipados con placas provistas de ranuras. La mayoría de las fábricas de pasta al sulfito y muchas al sulfato todavía los usan en gran número. Sin embargo, en las instalaciones nuevas se usan muy poco estos depuradores y comúnmente sólo en la etapa final de la depuración.

Por regla general, los depuradores planos se instalan en serie y a menudo es necesario que la pasta no depurada esté bien diluida en varios puntos a lo largo de la línea de depuración. Cuando se depura pasta al sulfito sin blanquear, la consistencia de la fibra en suspensión que entra suele ser de 0,5 a 0,7 por ciento, en tanto que la de la pasta depurada puede ser alrededor de 0,25 a 0,35 por ciento, a causa de la dilución que se efectúa en el transcurso de la depuración. Cuando sólo se emplean depuradores de diafragma plano, el consumo de agua es muy alto y hará aumentar el costo de inversión de los espesadores, de las bombas y de la red de cañerías, y será también mayor el consumo de energía. Los depuradores de diafragma plano retienen con gran eficacia las impurezas esféricas, pero suelen permitir el paso de las impurezas largas (virutillas). Las ranuras de las placas siguen la dirección de la corriente de material y como las virutillas de las fibras en suspensión también se alinean en el mismo sentido es muy fácil que pasen a través de ellas. Tal cosa sucede, sobre todo, con los últimos depuradores de la serie, en donde hay gran concentración de impurezas.

La capacidad de los depuradores planos es relativamente limitada; por lo tanto, es grande el espacio que se necesita por tonelada de pasta depurada. Además, fuera de ser sensibles a las variaciones en la cantidad y consistencia de la pasta que se está depurando, estos depuradores requieren bastante atención para su conservación. Con frecuencia hay que limpiar las placas cuando el depurador está en marcha y como la limpieza debe hacerse desde afuera, existe el peligro de que durante tal operación caigan impurezas en la pasta aceptada.

GRUPO B: DEPURADORES ROTATORIOS DE BAJA FRECUENCIA

Pertencen a este grupo aquellos depuradores giratorios que funcionan a una frecuencia de 100 a 400 vibraciones por minuto.

Entre los más conocidos figuran los fabricados por las firmas Partington, Banning & Seybold, y Bird.¹ Estas dos últimas marcas poseen placas con mayor capacidad por m² que la primera, debido principalmente a que el tambor depurador está más sumergido en la pasta, con lo que se obtiene una mayor superficie activa de depuración. Aunque por lo común se emplean como separanudos inmediatamente antes de las máquinas de papel y cartón, suelen utilizarse para otros fines.

Los depuradores de este grupo, como todos los de baja frecuencia, requieren material de poca consistencia; son sensibles aun a las variaciones más pequeñas de ésta, motivo por el cual a veces hay que cambiar las placas cuando se pasa de una calidad a otra, para evitar obstrucciones.

En los últimos años, los fabricantes europeos han comenzado a reemplazar este tipo de depurador por unidades vibratorias de alta frecuencia, con el fin principal de tratar la pasta cuya depuración se considera difícil.

GRUPO C: DEPURADORES PLANOS DE ALTA FRECUENCIA

El depurador de alta frecuencia es aquel que bajo la influencia de una fuerza sobre sus partes fundamentales o sobre la artesa receptora recibe tales pulsaciones que el valor

numérico de la aceleración forzada sobrepasa a la de gravedad (g) en aquellos puntos situados en las partes fundamentales o cerca de ellas.

Conforme a esta definición, el primer depurador de alta frecuencia fue el depurador plano de Jönsson, construido en Suecia en 1935. Este depurador, y otros más modernos que se basan en el mismo principio, se emplean por regla general como separanudos y depuradores primarios, para tratar pasta al sulfato, al sulfito y pasta mecánica y como depuradores en la fabricación de planchas de fibra, cartón paja y papel de desechos. Muchos de ellos se emplean asimismo para lograr una depuración más refinada en la elaboración de pastas al sulfito y al sulfato; otros, en cambio, se utilizan como separanudos inmediatamente antes de las máquinas de papel y de cartón.

Los depuradores de este grupo funcionan con una frecuencia aproximada de 1.500 vibraciones por minuto y la consistencia más favorable con que se usan es de 0,8 a 2 por ciento. A este grupo también pertenece el depurador Ahlfors, fabricado en Suecia; se trata de un depurador de diafragma (similar a los depuradores con placas, mencionados en el grupo A) que funciona a una frecuencia aproximada de 900 vibraciones por minuto.

En los depuradores Ahlfors, la pasta es introducida de abajo arriba, es decir, en forma inversa al procedimiento empleado en los depuradores planos corrientes. Con ello se evita que las partículas de impureza más pesadas entren en contacto con la placa depuradora, pues quedan depositadas en el diafragma vibratorio situado en la parte inferior, desde donde se transportan hacia el exterior.

Las placas de los depuradores se limpian automáticamente con rociadores de agua que actúan desde el lado en que se encuentra el material aceptado, con lo que también se evita que las impurezas caigan en la pasta durante la limpieza.

Los depuradores Ahlfors se pueden considerar como un tipo mejorado de los depuradores planos de baja frecuencia y se emplean en la misma posición. Pueden tratar materiales de consistencia más bien baja, de 0,8 a 1 por ciento y poseen una capacidad (por m² de superficie de depuración) cuatro a cinco veces mayor que la de los depuradores planos corrientes. Además, siempre que se mantengan constantes la consistencia y la cantidad de las fibras, su conservación no requiere gran cuidado.

GRUPO D: DEPURADORES ROTATORIOS DE ALTA FRECUENCIA

En las pruebas realizadas con los depuradores Jönsson se comprobó sin demora que tal equipo resolvía muy bien algunos problemas, pero que no era tan apropiado para resolver otros. Algunos experimentos revelaron que la depuración de materiales de gran consistencia podía realizarse conforme al principio de alta frecuencia, con una reducción considerable del consumo de agua. Además, tal equipo posee gran capacidad por metro cuadrado de superficie de depuración y consume poca energía.

En seguida se procedió a investigar la posibilidad de diseñar un depurador vibratorio capaz de realizar aquellas operaciones de depuración para las cuales el equipo Jönsson no resulta adecuado. Finalmente se construyó el depurador Jönsson-Lindgren, que fue ensayado por primera vez en enero de 1943; en los Estados Unidos se le conoce con el nombre de "depurador vibratorio Bird". Dicho aparato, lo mismo que el Lindblad (fabricado posteriormente), está

¹ Son usados, según se dice, por alrededor del 95 por ciento de los fabricantes de papel y cartón en los Estados Unidos.

diseñado de manera que la fuerza vibrátil se concentre en el centro de gravedad del tambor depurador. De este modo todos los puntos de la periferia del tambor depurador reciben exactamente el mismo movimiento vibratorio de naturaleza circular.

Hace algunos años hicieron su aparición en el mercado dos nuevos tipos de depuradores rotatorios vibratorios, uno diseñado por Voith en Alemania y el otro por Lamort en Francia. Al igual que los dos depuradores antes mencionados, éstos también funcionan con una frecuencia aproximada de 1.400 vibraciones por minuto, pero están contruidos de tal manera que la fuerza vibratoria no se concentra en el centro de gravedad del tambor depurador. Cuando las placas del depurador funcionan sumergidas en las fibras en suspensión, éstas dificultan el movimiento de aquél; tal efecto restrictivo varía enormemente según la calidad de la pasta y es mayor mientras más alta sea la consistencia de la fibra. Además, dicho efecto es mucho más marcado aún en el caso de los depuradores que poseen placas con menor superficie de ranuras. Cuando se alcanza cierta frecuencia vibrátil, conviene aumentar la energía a fin de obtener una amplitud de vibración y con ella el resultado esperado en el proceso de depuración.

Desde el punto de vista práctico, esto significa que se debe elegir el momento de desequilibrio o la magnitud del peso que lo ocasiona, según la consistencia y calidad de la fibra y el ancho de las ranuras de las placas de los depuradores. Esta es una operación sencilla cuando se trata de depuradores en que la fuerza vibrátil actúa sobre el centro de gravedad del tambor. En esos depuradores, si crece el momento de desequilibrio, aumenta también, en proporción directa, la amplitud de vibración del tambor. La situación es diferente en los depuradores en que la fuerza vibrátil no actúa sobre el centro de gravedad del tambor. En ellos, cuando el efecto está fuertemente restringido, la amplitud de vibración del tambor depurador se torna vertical, o elíptica con una orientación vertical.

Si se desea alargar la amplitud de vibración del tambor de esos depuradores, hay que aumentar el momento de desequilibrio, pero en este caso aquélla no aumenta en la misma proporción. En cambio, aumentará considerablemente la amplitud de aquellas partes que intervienen en el movimiento de vibración (y que sostienen el tambor), pero que no toman parte directa en la labor de depuración.

En consecuencia, puede decirse que los depuradores rotatorios vibratorios de los tipos Voith y Lamort forman un grupo aparte.

La razón principal por la cual está tan difundido el empleo de depuradores rotativos de alta frecuencia es la capacidad de éstos para trabajar con pastas de gran consistencia, lo que resulta en una gran capacidad por metro cuadrado de superficie de placa del depurador. Un movimiento vibratorio de alta frecuencia hace que la red de fibras en suspensión que siempre se presenta se disperse con mayor eficacia que cuando actúa una fuerza vibrátil de baja frecuencia. Por esta razón y por el hecho de que el coeficiente de fricción de la fibra al pasar a través de las ranuras disminuye a medida que aumenta la frecuencia, los depuradores de alta frecuencia pueden tratar pastas de mayor consistencia que los de baja frecuencia. Un depurador vibratorio alcanza su máxima capacidad cuando la consistencia de la pasta es tan alta que cualquier aumento adicional no logrará dispersar más la red fibrosa. Esta red obstruye la placa del depurador y en los casos extremos sólo el agua podrá pasar por ella. A consecuencia de esto, aumenta la consistencia fibrosa en el exterior de la placa, ocasionando un

rápido descenso de la capacidad. La consistencia fibrosa más adecuada para un depurador vibratorio varía según la calidad de la fibra y el ancho de las ranuras, así como con el producto de la frecuencia y amplitud de las vibraciones, factor que influye sobre las pulsaciones a través de las placas. La consistencia fibrosa más adecuada es, por lo común, entre 1,3 y 2 por ciento.

La amplitud de vibración de los depuradores Jönsson-Lindgren y Lindblad suele ser de 3,5 mm. Se puede alcanzar la capacidad máxima con la mayor concentración de fibra posible y con el mínimo de pérdida de agua de la suspensión. Si, en condiciones ideales, se aumenta la amplitud, el aumento de la capacidad será insignificante, mientras que el consumo de energía aumentará considerablemente. Si es necesario variar las condiciones de funcionamiento por un periodo determinado, es esencial alterar el momento de desequilibrio, y, por ende, la correspondiente amplitud. En este caso, los pesos desequilibrantes deberían colocarse de manera que puedan cambiarse con facilidad.

La característica principal de los depuradores rotatorios de alta frecuencia con placas provistas de ranuras es que no dejan pasar las partículas esféricas ni las rectangulares. Por otra parte, las impurezas, como astillas y virutillas de tamaño similar o menor que las ranuras, suelen pasar a través de las placas de dichos depuradores. Sin embargo, cuando trabajan con 15 a 20 por ciento de rebose, retienen grandes cantidades de virutillas. Esto demuestra su utilidad en la primera etapa de la depuración, aun cuando el material contenga gran cantidad de virutillas.

Los depuradores de alta frecuencia de tipo rotatorio se emplean para conseguir una depuración más refinada de las diferentes clases de pasta, y con frecuencia cada vez mayor, para depurar el material inmediatamente antes de que llegue a las máquinas de papel y de cartón.

En general puede decirse que los depuradores vibratorios deben usarse cuando la pasta contiene gran cantidad de impurezas redondas; en cambio, cuando estas impurezas son principalmente del tipo de las virutillas debe recurrirse a depuradores centrífugos.

GRUPO E: DEPURADORES CENTRÍFUGOS

Hasta el año 1930 más o menos, los depuradores planos provistos de placas con ranuras se empleaban principalmente para depurar mejor la pasta una vez que ésta había sido tratada en un depurador primario. Debido a la falta de espacio, sin embargo, no siempre era posible instalar el equipo correspondiente para ampliar la producción, razón por la cual se comenzaron a usar los depuradores centrífugos, los únicos que había en plaza en esa época y los más adecuados. En general, estos depuradores trabajaban (en forma incorrecta) con muy poco rebose, por lo cual las impurezas se quebraban durante el tratamiento más bien brusco que recibían en ese tipo de depurador. Con ello se multiplicaba el número de partículas de impurezas que pasaban a través de las perforaciones de las placas. En ensayos hechos con placas provistas de perforaciones más pequeñas, lo único que se logró fue que disminuyera el tamaño de las partículas con el consiguiente aumento de la cantidad de las mismas. Se obtuvieron buenos resultados únicamente cuando el 15 o 20 por ciento de la pasta que entraba al depurador centrífugo quedó retenida como rebose, para ser sometida a nuevo tratamiento en depuradores de otro tipo.¹ Sólo en los diez últimos años se ha reconocido plenamente la importancia de que la consistencia de la fibra en suspensión que

¹ Por lo común, depuradores planos de baja frecuencia.

entra al depurador sea adecuada y que la dilución de la pasta durante el proceso de depuración lo sea también. Existe un gran número de depuradores centrífugos; en los países escandinavos el depurador Biffar es el tipo más comúnmente usado para depurar las pastas al sulfito y al sulfato. Últimamente ha aparecido en el mercado el depurador canadiense Cowan, con el cual se han obtenido resultados muy satisfactorios, sobre todo en la depuración de la pasta mecánica.

Si no se agrega agua de dilución y si se examinan, por ejemplo, las pastas depuradas en un depurador Biffar o en uno centrífugo de eje horizontal del tipo Cowan, se observará que las fibras cortas pasan primero a través de las placas. Calculada desde la entrada hasta la salida del rebose, la cantidad de fibras largas de la pasta depurada aumenta constantemente, mientras que la consistencia de la fibra disminuye en forma correspondiente. En consecuencia, el grado de desgote de la pasta sin depurar varía considerablemente desde la entrada a la salida. Si la placa del depurador tiene el mismo diámetro y la misma inclinación en las perforaciones de entrada y de salida, la pasta no depurada que se encuentra hacia la salida evidenciará una mayor finura en su red fibrosa. Si al entrar al depurador tiene, por ejemplo, 0,4 por ciento de consistencia, la del rebose en algunas clases de fibra puede alcanzar hasta un 2 por ciento. Si se examina el grado de pureza de la pasta depurada, se verá que es apreciable hacia el lado de la salida, si bien la pasta que se encuentra en el lado interno de la placa tiene una mayor concentración de impurezas. De tal examen se desprende que la consistencia de la fibra en todas las secciones del depurador debería alcanzar un valor máximo tal que permitiera la formación de una capa delgada de fibra sobre toda la placa.

Para obtener el máximo de capacidad y de pureza, estos depuradores deberían alimentarse con pasta de la mayor consistencia posible, regulando el agua que se agrega de manera que la consistencia de la pasta que está dentro del depurador pueda ser disminuída en relación con el aumento del grado de desgote y, en consecuencia, con la tendencia de la pasta a formar una capa filtradora. Una consistencia apropiada en todas las secciones del depurador es mucho más importante que el diámetro de las perforaciones. Es muy posible que por otros medios se logren resultados tan buenos o tal vez mejores, sin tener que recurrir a la práctica actual de diluir la pasta.

Los depuradores centrífugos se emplean para tratar muchas y muy diferentes clases de pasta. Se caracterizan, sobre todo, por la eficacia con que eliminan las impurezas del tipo de las astillas y virutillas. Sin embargo, no dan tan buenos resultados en la separación de las impurezas de forma esférica. Además, tienen la desventaja de tratar las pastas de manera brusca, desmenuzando las impurezas, con lo que se hace más difícil su eliminación.

GRUPO F: SEPARADORES VORTEX

Los separadores Vortex se usan desde hace mucho tiempo, sobre todo para tratar el material antes de que llegue a las máquinas de papel y cartón. La experiencia moderna ha demostrado que la mejor manera de solucionar muchas de las dificultades que se presentan en la depuración consiste en usar los separadores Vortex en combinación con los depuradores. Esos separadores, además de facilitar el trabajo de los depuradores de tipo corriente, eliminan de la fibra en suspensión ciertas impurezas que es imposible o muy difícil separar mediante el uso exclusivo de los depuradores.

La fuerza centrífuga que se emplea en esta clase de instalación se obtiene introduciendo tangencialmente la suspensión que se va a tratar en la parte superior del aparato estacionario colocado en posición vertical, a una presión que varía según el diseño, pero que en cada caso debe corresponder a la velocidad requerida. La caja de entrada está conformada y dispuesta de manera que la pasta descienda uniformemente. Las impurezas que se separan de este remolino de pasta en descenso se extraen por el fondo y la pasta tratada pasa a través de un conducto de salida distinto.

Últimamente ha despertado interés el depurador Bauer *centri-cleaner*. Se dice que con este aparato se pueden eliminar impurezas mucho más pequeñas que con los demás separadores. Además, se asegura que elimina las impurezas de menor peso específico que las mismas fibras.

Los separadores Vortex pueden dividirse en dos subgrupos. Al primero pertenecen los tipos Dirtec, Vortrap, Hydrifuge, Assablador y Odag y al segundo, los Bauer *centri-cleaner*. Se caracterizan por las piezas cilíndricas y relativamente largas que poseen, conectadas mediante dispositivos de obturación en forma de conos cortos. El otro subgrupo se caracteriza por una entrada cilíndrica relativamente corta con una parte cónica larga y articulada.

Las unidades que pertenecen al primer subgrupo son menos eficaces para controlar la velocidad de salida, con el resultado de que no se separan tan bien las partículas que se asemejan al material fibroso, tanto por su peso como por su forma. En cada dispositivo de obturación, disturbios de consideración pueden echar a perder el trabajo de separación que ya se haya efectuado. Como las distintas unidades de este subgrupo difieren en principio sólo en el diseño de los dispositivos de obturación, puede decirse que los resultados del proceso de separación dependen de la medida en que los dispositivos de obturación impidan o faciliten tal labor. La eficacia de tales dispositivos puede determinarse únicamente mediante ensayos.

En una unidad perteneciente al segundo subgrupo, el conjunto de fuerzas que actúan sobre una partícula en suspensión será mayor que en el caso del otro subgrupo. Además, la velocidad de salida es continua y está relativamente libre de variaciones en la presión de alimentación desde el exterior. Sin embargo, con este aparato la suspensión entra en la unidad a una presión más elevada que en los otros tipos, de modo que es mayor el consumo de energía por unidad de volumen de la suspensión que ha de separarse. Este procedimiento mejorado entraña mayores gastos.

Los separadores Vortex se fabrican en varios diámetros; las unidades más grandes son para el trabajo de separación ordinaria, las de diámetro medio para la primaria y las más chicas para la separación secundaria. Como en el caso de los depuradores, se emplea el principio del rebose; la pasta es tratada en unidades primarias y luego en secundarias¹ para separar el rebose. Se prefiere mezclar la pasta aceptada que sale de las unidades secundarias, con la que se alimenta a las primarias.

Cuando se emplean los separadores Vortex, la consistencia de la fibra es de real importancia; cuanto menor la consistencia, mejor el resultado. Aunque para algunas clases es posible obtener resultados aceptables a una consistencia de 1 por ciento, por lo general no debería pasar de 0,5 por ciento, y para las calidades de alto contenido de impurezas no debe exceder de 0,3 por ciento.

¹ Por lo general trabajan a una consistencia más elevada.

II. PROCEDIMIENTOS DE DEPURACION

I. PASTA AL SULFITO BLANQUEADA Y SIN BLANQUEAR

El equipo de depuración de la mayoría de las fábricas de pasta al sulfito, tanto en Europa como en otras regiones del mundo, suele consistir en un juego de depuradores planos solos o combinados con unidades centrífugas. Cuando se usaron por primera vez los depuradores centrífugos con pasta al sulfito, se cometió el error de hacerlos funcionar sin rebose, lo que dio por resultado una pasta impura. Con la transformación experimentada por las plantas de depuración durante los últimos diez años, los depuradores centrífugos pasaron a ser las unidades primarias de depuración. En general, se hacen funcionar con 20 por ciento de rebose, aproximadamente; la pasta de rebose es sometida a tratamiento en depuradores planos, del tipo de diafragma (descritos en el Grupo A), o en depuradores planos, de alta frecuencia, como lo es el Ahlfors. En algunos casos, la pasta depurada proveniente de la última etapa de depuración se envía nuevamente a los depuradores primarios.

En los últimos ocho años, los depuradores rotatorios de alta frecuencia, clasificados en el Grupo D, han sido empleados en mayor grado en la fabricación de pasta al sulfito sin blanquear. En estos casos funcionan con 20 por ciento de rebose, el que es tratado en forma similar a la descrita antes en relación con el empleo de los depuradores centrífugos como unidades primarias.

Ya se ha señalado que dichos depuradores, por su diseño y por su ubicación en el sistema de depuración, tienen la ventaja de que la pasta demora muy poco en pasar a través de la unidad depuradora. En otras palabras, la velocidad del material dentro del depurador debería ser elevada. Esta velocidad, en la que no influye el diseño del depurador, aumenta naturalmente con el volumen de rebose. Por regla general, con un rebose de 20 por ciento o más, se puede esperar una velocidad apropiada dentro del depurador y buenos resultados en la depuración. En consecuencia, desde el punto de vista de la pureza, el tipo de depurador que se elija para la etapa primaria no tiene tanta importancia.

Las impurezas que contiene la pasta al sulfito consisten en partículas de corteza interna y externa, virutillas, etc. A veces, la albura está impregnada con tanino proveniente de la corteza, lo cual hace que su contenido de lignina sea insoluble en el licor de bisulfito de calcio. En tal caso, la albura aparece en la pasta en forma de astillas muy delgadas y un tanto duras. Si hay muchas impurezas conviene usar depuradores centrífugos en la primera etapa de la depuración, dado que éstos son los más indicados para eliminar las impurezas largas. Si, por el contrario, la mayoría de las impurezas proviene de la corteza, es preferible usar depuradores vibratorios en esa primera etapa del tratamiento. Cuando no predomina un tipo especial de impurezas se obtendrá más o menos el mismo grado de pureza con cualquier tipo de depurador. Como últimamente se exige un grado de pureza cada vez mayor, muchas fábricas han adquirido separadores Vortex para tratar la totalidad de la pasta o la que proviene de los depuradores secundarios. A veces hasta se recurre a la doble depuración. Con este sistema, se usan depuradores vibratorios y centrífugos, aprovechándose así la cualidad de los primeros para eliminar las impurezas cortas y redondas y la de los segundos para eliminar las largas.

En el gráfico 1 se presenta un diagrama del departamento de depuración de una fábrica de pasta al sulfito. La pasta,

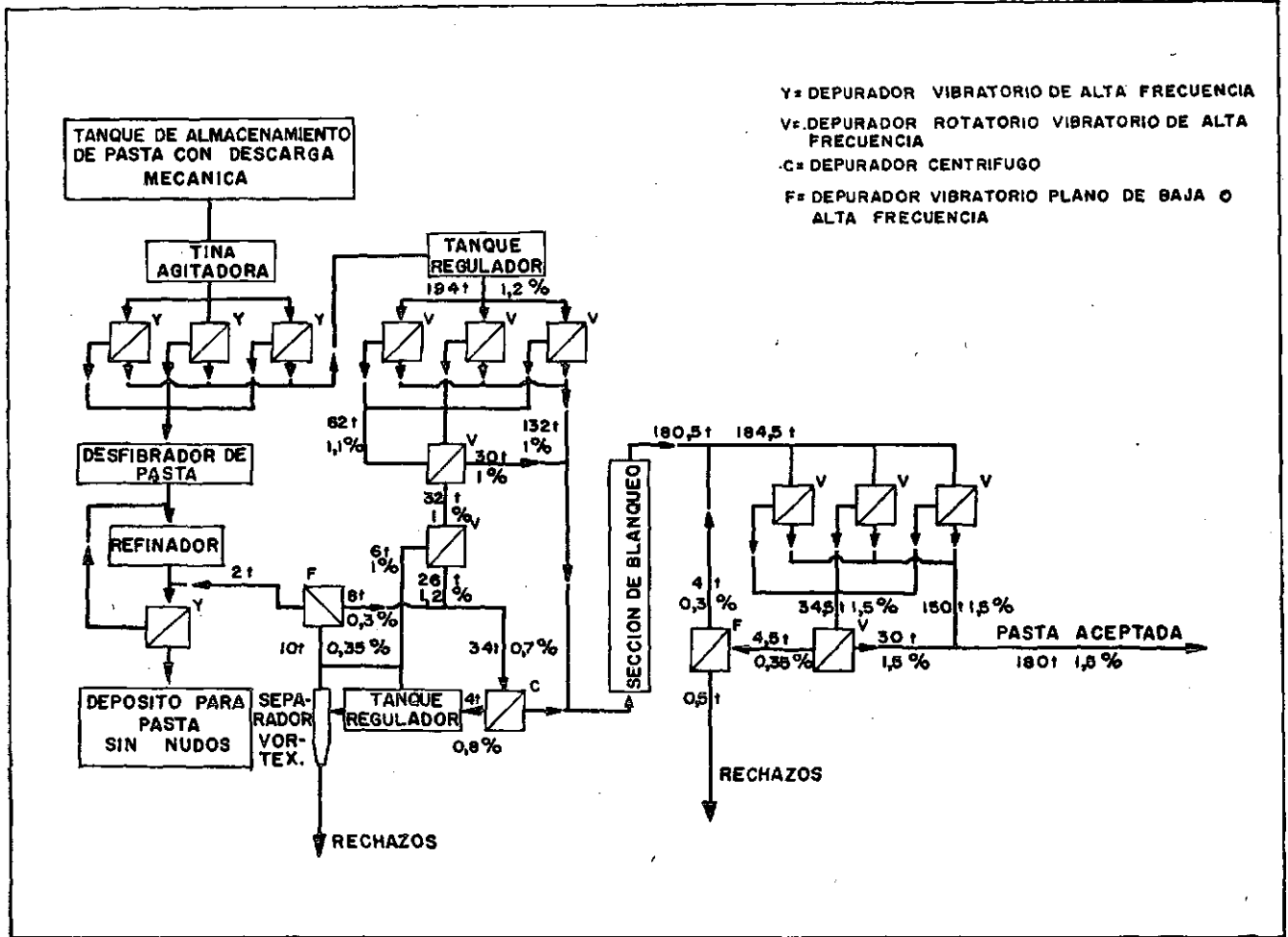
cuya consistencia es de 15 a 17 por ciento, es transportada por medio de cangilones desde los depósitos hasta las tinajas agitadoras. De allí se lleva hasta separanudos de tipo plano, vibratorio y de alta frecuencia.¹ Los nudos separados pasan a un tipo de machacadora, para someterlos a un primer tratamiento, y de allí a los refinadores. De éstos la pasta pasa a un depurador centrífugo o, puede pasar también, por ejemplo, a un Jönsson. Cierta cantidad de rebose vuelve a los refinadores.

La pasta semidepurada proveniente de los separanudos Jönsson pasa a un tanque regulador con capacidad para 30 minutos de producción por lo menos. Para lograr una depuración adecuada y eficaz es indispensable que la cantidad y la consistencia de la pasta que llega al departamento de depuración se mantengan constantes. El tanque regulador puede colocarse después de los separanudos Jönsson; ya que éstos no son tan sensibles a variaciones en la consistencia y calidad, como lo depurados finos. Sin embargo, con mucha frecuencia, los tanques reguladores se colocan inmediatamente después de las tinajas agitadoras. En este caso, el regulador de consistencia tiene que trabajar junto con un tipo especial de separador que sólo permita el paso de las fibras, reteniendo los nudos de la suspensión que llega al regulador como pasta impulsora. Dicho aparato ha estado en el mercado desde hace muchos años. Una vez regulada su consistencia y cantidad, la pasta del tanque regulador es impulsada hacia los depuradores de la primera etapa, que en este caso son aparatos rotatorios vibratorios de alta frecuencia, acoplados en dos etapas. El objeto de este sistema de depuración en dos etapas es permitir el paso de la pasta a través de los depuradores a la mayor velocidad posible. La pasta depurada así obtenida se denomina "pasta aceptada". El rebose que queda del tratamiento de la primera etapa es sometido a una doble depuración, ya que pasa primero a través de un aparato vibratorio y en seguida a otro centrífugo; la pasta que sale de este último también se considera como pasta aceptada.

El depurador vibratorio y el centrífugo se hacen funcionar con cierto rebose que se coloca en un tanque regulador pequeño. En seguida la pasta se bombea a través de separadores Vortex que devuelven parte del material depurado al tanque regulador. Esto es necesario, pues tales separadores tienen que trabajar constantemente a plena carga, a fin de que no los afecte una posible disminución de la cantidad de rebose. Colocados en tal forma, los separadores Vortex prestan buen servicio, sobre todo porque alivian en realidad la carga del depurador subsiguiente. Sin embargo, es esencial no hacerlos trabajar a consistencias muy altas. (Se recomienda 0,3 a 0,35 por ciento y a veces, menos).

La pasta pasa en seguida a un depurador de diafragma plano, de baja frecuencia, o de alta frecuencia, del tipo Ahlfors, por ejemplo, desde donde es sometida a un nuevo tratamiento en el depurador centrífugo. Con esta doble depuración del rebose de pasta, la unidad vibratoria elimina las impurezas redondas y la centrífuga las impurezas largas. No cabe duda de que el mejor procedimiento consistiría en sacar inmediatamente del sistema el rebose de estos dos depuradores, y emplear la pasta así obtenida para productos de calidad secundaria. Desde el punto de vista de la economía, sin embargo, no siempre es posible hacerlo, ya que

¹ Por lo general, separanudos Jönsson.



es necesario obtener del rebose de pasta la mayor cantidad posible de fibras utilizables.

Los separadores Vortex eliminan, de preferencia, las impurezas que tienen mayor peso específico que las fibras, pero también las de forma distinta a la fibrosa. Separan las impurezas esféricas con mayor facilidad que las largas, aunque a baja consistencia. Asimismo pueden eliminar gran cantidad de virutillas. El depurador plano, colocado después del separador Vortex, está equipado con placas provistas de ranuras y tiende a dejar pasar algunas impurezas largas. Así pues, a pesar del empleo de separadores Vortex seguidos de depuradores planos, pasarán siempre algunas virutillas; pero la pasta depurada puede devolverse al depurador centrífugo y se tiene así una nueva oportunidad de eliminar dichas virutillas.

La depuración de la pasta blanqueada es mucho más fácil que la de la pasta sin blanquear. Es preferible usar unidades vibratorias rotatorias de alta frecuencia debido a que pueden trabajar con materiales de alta consistencia. Aunque para la depuración de la pasta blanqueada es necesario usar agua pura (que tal vez sea más cara), si la consistencia del material es alta, no se necesitará gran cantidad de agua. Esto significa que la instalación purificadora de agua podrá ser más pequeña y menor el consumo de energía para las

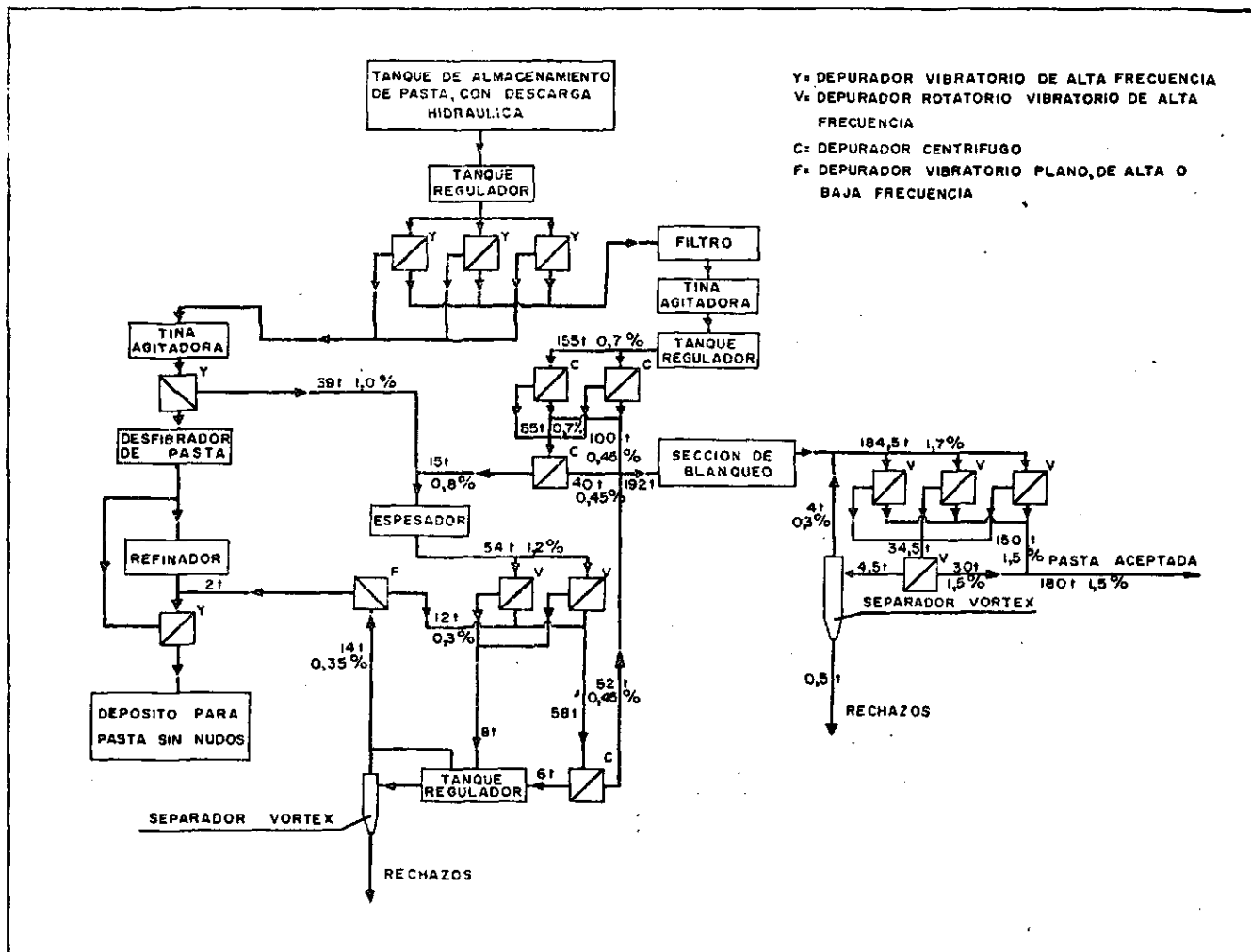
operaciones de bombeo, y que las tuberías para la pasta y el agua podrán ser de menores dimensiones.

En el sistema de organización presentado en el gráfico 1 se trata de obtener las mejores condiciones de circulación dentro de los depuradores. En tal sistema, la pasta que sale del departamento de blanqueo pasa, primero, a tres depuradores vibratorios dispuestos en paralelo; de éstos se saca una determinada cantidad de rebose, que se traspasa a un cuarto depurador. La pasta de rebose obtenida de los depuradores en la primera etapa se transporta a un depurador auxiliar (por ejemplo, a uno de diafragma plano o a uno de tipo Ahlfors) y después de depurada pasa de nuevo a las unidades primarias.

El gráfico 2 representa un departamento de depuración, en que los depósitos de pasta están provistos de inyectores de agua. La pasta se descarga a un tanque regulador más pequeño de donde se bombea a los depuradores Jönsson. En esas condiciones, la pasta no queda muy bien desfibrada, y los depuradores Jönsson, además de separar los nudos, también eliminan grandes cantidades de pasta no desfibrada. Esas mismas características se observan cuando se elabora pasta con un número de Roe muy alto, que los digestores descargan a presión. Este procedimiento es menos común en Europa que en los Estados Unidos. Durante la descarga

Gráfico 2

DEPARTAMENTO DE DEPURACION CON DEPOSITOS DE PASTA PROVISTOS DE INYECTORES DE AGUA



del digestor, la pasta se desfibra, aunque la pasta dura o fuerte al sulfito y las denominadas de alto rendimiento no quedarán lo suficientemente desfibradas con tal procedimiento.

La pasta de los tres depuradores Jönsson pasa a un filtro, donde se desgota hasta alrededor del 16 por ciento de sequedad, antes de ser tratada en una tina agitadora. Por lo tanto, el filtro debe estar provisto de rodillos compresores. La eliminación previa de los nudos es necesaria con el fin de impedir que se averíe el tamiz del filtro.

De la tina agitadora, la pasta pasa a un tanque regulador y en seguida (en la primera etapa) a depuradores centrífugos. Por lo común, la pasta de rebose del último depurador tiene una consistencia de 0,6 a 0,9 por ciento. En la segunda etapa se emplean depuradores vibratorios que se hacen trabajar, de preferencia, con material cuya consistencia varía de 1,2 a 1,4 por ciento. Tal es la razón de ser del desgotador que aparece en el diagrama; si se quitara este desgotador, disminuiría la capacidad de los depuradores vibratorios en la segunda etapa.

Los nudos y la pasta sin desfibrar procedente de los tres primeros depuradores Jönsson pasan a una tina agitadora y de ahí a otro depurador Jönsson. La pasta aceptada prove-

niente de la última unidad Jönsson pasa en la segunda etapa a los depuradores finos. Por lo común, esta pasta es bastante más impura que la proveniente de los tres primeros depuradores Jönsson y por eso se lleva de preferencia a la segunda etapa, donde se recurre a la doble depuración. En principio, la segunda etapa de depuración es similar a la etapa correspondiente que se puede ver en el gráfico 1.

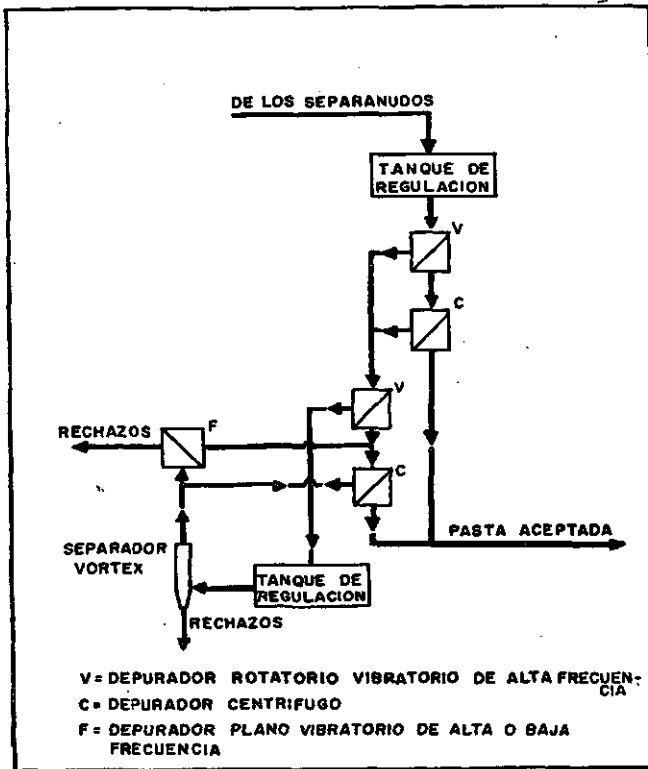
En el gráfico 2, el depurador plano que aparece en el gráfico 1 se reemplaza por un separador Vortex cuando se trata de pasta blanqueada. El plan dispuesto en el gráfico 1 es quizá preferible, aunque las unidades Vortex pueden usarse con buenos resultados.

En el gráfico 3 se ofrece un plan de instalación del equipo que permite la doble depuración de la totalidad de la pasta. Tal plan sólo es necesario cuando se desea obtener pasta de calidad especialmente alta o cuando ésta contiene una cantidad extraordinaria de impurezas.

En la doble depuración de la pasta al sulfito no blanqueada, se discute todavía la conveniencia de saber cuál depurador ha de colocarse primero en la instalación, el vibratorio o el centrífugo. Los depuradores vibratorios son muy sensibles al grado de desfibración de la pasta y su capacidad disminuye considerablemente cuando la pasta está

Gráfico 3

PLAN DE INSTALACION DEL EQUIPO QUE PERMITE LA DOBLE DEPURACION DE LA TOTALIDAD DE LA PASTA



mal desfibrada. Los depuradores centrífugos son menos sensibles, ya que en gran medida sirven de tinas agitadoras. Sin embargo, como ya se ha manifestado, resulta que las impurezas, que se desfibran con facilidad, en los depuradores centrífugos suelen reducirse a partículas tan pequeñas que es imposible eliminarlas. Por consiguiente, en la primera etapa de depuración de la pasta al sulfito conviene usar depuradores vibratorios. Las partículas de corteza y otras impurezas similares se eliminan sin riesgo de desfibrarse tratándose de pasta que ha de ser de nuevo tratada en depuradores centrífugos. En algunos casos, se efectúa el mínimo de descortezamiento con el fin de ahorrar madera y mano de obra. En tales circunstancias, convendrá prever el uso de separadores Vortex inmediatamente después de los depuradores ordinarios. En todo caso, para que estos separadores funcionen eficazmente, es necesario que el material tenga una consistencia de 0,4 a 0,5 por ciento. Las partículas de corteza y otras impurezas que se desmenuzan con facilidad quedan entonces eliminadas antes de llegar al departamento de depuración propiamente dicho y se elimina en gran parte el peligro de desfibración dentro de los depuradores. La depuración de toda la pasta en separadores Vortex es una operación costosa, debido al gran consumo de energía. Además, cuanto mayor es la dilución, mayor es el consumo de energía. No obstante, es dudoso que la energía ahorrada al reducir la consistencia de la fibra a la entrada compense el menor rendimiento que se obtendrá en los separadores.

Aunque por lo general se trata la totalidad de la pasta en los separadores Vortex, es preferible colocar estas unidades antes y no después del departamento de depuración, con objeto de eliminar las impurezas lo antes posible. En

tal caso, los desgostadores deberían colocarse entre los separadores y el departamento de depuración propiamente dicho (cuando se usen depuradores vibratorios o centrífugos), a fin de obtener el grado de consistencia adecuado.

Es evidente, pues, que existen muchas maneras diferentes de efectuar la depuración de la pasta al sulfito. Hay que tomar en cuenta la capacidad de cada uno de los diferentes depuradores; por otra parte, la forma de instalar tales unidades dentro del sistema debe resolverse teniendo en cuenta las circunstancias de cada caso.

Las observaciones precedentes se refieren a la depuración de pasta al sulfito de madera de coníferas. Para la pasta al sulfito de madera de especies latifoliadas se pueden adoptar los mismos principios de depuración, pero será diferente el tamaño de los depuradores. En general, la pasta de madera de especies latifoliadas contiene una gran cantidad de impurezas pequeñas y cortas, así como arena, y muy pocas impurezas largas. Se recomienda usar, por lo tanto, los depuradores vibratorios rotatorios conjuntamente con los depuradores planos y los separadores Vortex. La capacidad de los depuradores, al tratar esta pasta de fibras cortas, es casi el doble que en el caso de la pasta al sulfito hecha de abeto. El tamaño de las impurezas es tal que el ancho de la ranura de los depuradores rotatorios vibratorios debe ser de 0,25 y 0,2 mm. y el de los depuradores de la segunda etapa de 0,2 a 0,15 mm. Para la pasta blanqueada, el ancho de las ranuras de las unidades de la primera etapa debería ser de 0,2 mm. y de 0,18 a 0,15 para las de la segunda.

2. PASTA AL SULFATO, BLANQUEADA Y SIN BLANQUEAR

En la actualidad, la depuración ordinaria de la pasta al sulfato se realiza generalmente con depuradores Jönsson provistos de placas con perforaciones de 4 a 6 milímetros de diámetro. En Europa, donde la práctica común consiste en someter la pasta al sulfato a un lavado en difusores, después de lavarla y regularla hasta alcanzar una consistencia de 1 a 1,2 por ciento, se la hace pasar por depuradores Jönsson. En los Estados Unidos, el lavado de la pasta al sulfato se efectúa por lo general en filtros, antes de los cuales se han colocado depuradores Jönsson para tratar la pasta sin lavar a una temperatura de 60 a 80° C. En esas condiciones, la depuración se puede hacer a una consistencia de 2 a 2,5 por ciento, con la caja de entrada de la pasta sumergida en la artesa del depurador para evitar que se produzca espuma. Después de los separanudos, se suelen instalar depuradores centrífugos que se emplean en dos etapas. A veces se utilizan depuradores centrífugos en la primera etapa y depuradores planos en la segunda, mientras que en algunas fábricas al sulfato se continúan usando los depuradores planos únicamente para tratar la pasta sin blanquear.

La pasta al sulfato contiene por lo general grandes cantidades de virutillas, así como muchas impurezas provenientes de la corteza. Además, en las fábricas al sulfato el descortezamiento es menos completo que en las fábricas al sulfito.

Cuando se emplea pasta al sulfato sin blanquear para la fabricación de papel kraft y otros de calidad similar, la pasta no se refina en forma muy prolija y, por lo tanto, contiene gran cantidad de virutillas y pequeñas partículas de corteza. Tales impurezas no hacen disminuir la calidad del papel, pero a veces son causa de que la pasta se cotice a precios bajos en el mercado.

En una fábrica integrada de papel kraft y papel para bolsas o artículos similares no hay gran necesidad de obtener pasta exenta de impurezas. En Suecia, dos fábricas al sulfato

han depurado la pasta durante años utilizando únicamente depuradores Jönsson. En una de estas fábricas, que produce 80 toneladas de pasta¹ cada 24 horas, utilizando dos depuradores Jönsson (provistos de placas con perforaciones de 5 mm.) como separanudos y otros cuatro (provistos de placas con perforaciones de 2,75 mm.) como depuradores finos. La otra fábrica, con una producción de sólo 25 toneladas por cada 24 horas, utiliza únicamente un depurador Jönsson provisto de placas con perforaciones de 2,75 mm. de diámetro. Aun cuando éste es el sistema más sencillo posible, la pasta obtenida no es muy pura y en consecuencia no sirve para la exportación.

Se exige un alto grado de pureza en el caso de la pasta sin blanquear que se emplea en la fabricación de papel de especial calidad, como el papel para cables. A fin de obtener tal calidad, en una fábrica sueca al sulfato se emplea el método de la doble depuración; se utilizan en la primera etapa depuradores centrífugos (después de haberse efectuado la depuración ordinaria-gruesa) y en seguida depuradores vibratorios. Los depuradores centrífugos se emplean en la primera etapa a fin de sacar provecho de su capacidad desfibrada y de reducir con ello la pérdida de fibras buenas debido a que los digestores se descargan a presión algo baja y por lo tanto sólo desmenuzan ligeramente la pasta. Es natural que algunas impurezas, como corteza, etc., sean disgregadas y pasen a través de los orificios circulares de los depuradores centrífugos. Otra ventaja de tal sistema consiste en que la capacidad de los depuradores vibratorios, al tratar pastas que han pasado por depuradores centrífugos, es de 30 a 50 por ciento mayor que en el caso de pastas menos desfibradas, provenientes de los separanudos.

El blanqueo de la pasta al sulfato exige la misma limpieza prolija que la de la pasta al sulfito. En principio, la sección depuradora debe ser instalada según el plan presentado en el gráfico 2, utilizando los depuradores centrífugos en la primera etapa (para la pasta sin blanquear) y la depuración doble para la segunda. El tratamiento de la pasta blanqueada debe realizarse con arreglo a lo indicado en los gráficos 1 y 2. Si para fabricar la pasta se emplea madera de especies latifoliadas, deberá ser diferente el plan que se adopte para la depuración de la pasta al sulfato, ya que en cierto modo las impurezas son distintas. Además, en muchos casos los depuradores vibratorios rotatorios se prestan mejor que los centrífugos para el tratamiento de la porción de pasta sin blanquear.

3. PASTA MECÁNICA

Para la depuración de la pasta mecánica, la práctica tradicional consiste en pasar primero la pasta sacada de los desfibradores por una zaranda con grandes perforaciones, donde se eliminan las astillas grandes, y luego por los depuradores ordinarios.

La depuración fina se hace por lo general con depuradores centrífugos en tres etapas. En la primera, la pasta tratada en los depuradores gruesos pasa a los centrífugos (dispuestos en forma paralela) y el rebose, que varía entre el 10 y el 30 por ciento, según la fábrica, pasa a otros depuradores centrífugos en la segunda etapa. El rebose de esta etapa pasa a la tercera y de ahí a refinadores de diversos tipos, para luego volver nuevamente a la tercera etapa. Todo el material burdo, como el aserrín, etc., que queda después de la primera y segunda etapa, se hace circular de esta manera hasta que alcance el grado de refinamiento necesario para que pueda pasar a través de las placas del depurador.

En las fábricas de pasta mecánica, no integradas, la pasta depurada, después de haber sido sometida a las tres etapas de depuración, se considera como material único y se trata como una sola mezcla. Sin embargo, en una operación integrada, la pasta depurada obtenida en las dos primeras etapas suele aprovecharse en la fabricación de papel de mejor calidad y la pasta resultante de la tercera etapa se destina a la fabricación de papel de inferior calidad. El diámetro de las perforaciones de las placas varía, siendo de 1,5 a 1,8 mm. en la primera etapa, de 1,3 a 1,6 mm. en la segunda y de 1 a 1,4 mm. en la tercera.

En fecha más reciente ha aparecido en el mercado el depurador canadiense denominado depurador Cowan (de tipo centrífugo), que ha dado excelentes resultados. Esta unidad posee dos zonas de depuración de las cuales la primera (que abarca más o menos una tercera parte del área total de depuración) tiene perforaciones más gruesas que la segunda. Se asegura haber obtenido una limpieza satisfactoria con perforaciones de 1,25 mm. en la placa de la primera zona, a pesar de que la cantidad de rebose era de sólo 5 por ciento.

En los países escandinavos se utilizan gran número de depuradores Rottrom para el tratamiento de la pasta mecánica y se han logrado excelentes resultados. En las fábricas de pasta mecánica se va generalizando el empleo de depuradores Jönsson² para el tamizado grueso, los que por lo general se colocan inmediatamente después de las desfibradoras y funcionan a una consistencia de 1 a 1,5 por ciento. Si se encuentran muchas astillas de más de un decímetro de largo en la pasta, se coloca una simple rejilla en la caja de entrada de los depuradores para impedir taponamientos.

A fin de evitar que la fibra buena se junte con los rechazos, es de suma importancia que la distancia entre las perforaciones guarde armonía con el diámetro más apropiado de las mismas para la calidad de la pasta que se ha de depurar. Si se utilizan placas con perforaciones de 4 milímetros, la cantidad de astillas eliminadas de la pasta será mucho mayor que si se emplean placas con perforaciones de 5 a 6 milímetros. Si no se adoptan medidas para aprovechar los rechazos, aumentará el consumo de madera, a pesar de que mejorará la calidad de la pasta y se reducirá la sobrecarga en los depuradores de material fino y en los refinadores.

Cuanto mayor sea la cantidad de astillas, mayor será la cantidad de fibras útiles que pasarán con ellas, como rebose, durante las distintas etapas del proceso de depuración. Por lo tanto, un aumento en la cantidad de astillas significa un aumento en la cantidad de fibras buenas que pasarán por los refinadores para ser reducidas a material de inferior calidad. Esto es especialmente lamentable, ya que se destruirán las fibras mejores y más largas. En fin de cuentas, las astillas habrán de ser trituradas hasta convertirlas en polvo o en pequeños trocitos cuadrados que pasarán por las placas de los depuradores en la tercera etapa. De esa manera aumentarán las dificultades, especialmente si se tiene presente la cantidad de aserrín que puede mezclarse con la pasta, así como los numerosos trocitos cuadrados de madera quebrada de los extremos de los troncos.

Algunas de esas partículas pasarán directamente a través de los agujeros circulares de las placas de los depuradores y pueden dar mucho trabajo en la ulterior fabricación de papel. Todas se impregnarán en diverso grado de cola y materias colorantes y las más grandes pueden causar difi-

¹ Material totalmente seco.

² Provistos de placas con perforaciones de 4 a 6 mm.

cultades en la tela o provocar roturas en el papel. Otras pueden originar molestias en el momento en que el material pasa por la calandria.

Cuando los rechazos provenientes de los depuradores ordinarios se tratan en refinadores y el producto resultante se pasa a una combinación de depuradores y refinadores de tres etapas, es evidente que en la depuración ordinaria conviene eliminar la mayor cantidad posible de astillas, a fin de no recargar esos depuradores durante la primera y segunda etapa y de reducir al mínimo el paso de fibras buenas a los refinadores de la tercera etapa. Sin embargo, existen dudas acerca del carácter verdaderamente económico de ese método de tratar astillas, debido a los gastos que entraña y al valor reducido del producto resultante. Por otra parte, se han presentado solicitudes para patentar un nuevo método, por el que se trataría de utilizar los rechazos provenientes de la depuración gruesa en la fabricación de cartón para construcciones. Este cartón es de primera calidad. Además, su producción permitiría la obtención de un precio superior por tonelada de rechazos provenientes de la depuración ordinaria, teniendo en cuenta los precios actualmente en vigor en los países escandinavos por tonelada de pasta mecánica de primera calidad.

Si se reduce el diámetro de las perforaciones de las placas de los depuradores centrífugos, aumenta naturalmente la capacidad de éstos para eliminar de la pasta mecánica trocitos de madera deshecha y otras impurezas similares. Pero con ello aumentará el consumo de energía por tonelada de pasta, a la par que se separarán cantidades importantes de fibras largas útiles que luego habrán de ser deshechas en la refinación.

En los cuatro últimos años, la compañía A. Ekströms Maskinaffär ha dedicado especial atención a la depuración de pasta mecánica, logrando muy interesantes resultados. Se han hecho ensayos para determinar la posibilidad de usar depuradores rotatorios y vibratorios. Como se ha dicho antes, el depurador centrífugo tiende a permitir el paso de pequeñas partículas de madera, mientras que el depurador vibratorio permite el paso de astillas. Las pruebas efectuadas en diferentes fábricas de pasta mecánica demostraron que con la pasta obtenida en un departamento de depuración de tipo tradicional (con depuradores centrífugos) era posible eliminar, mediante el empleo de depuradores vibratorios, una gran cantidad de pedazos de madera e impurezas similares, así como buena cantidad de astillas. Por lo tanto, cuando se trata de obtener pasta mecánica de alto grado de pureza se recomienda sin vacilación la depuración doble. Las investigaciones realizadas también revelaron que con una consistencia de fibra de alrededor del 0,3 por ciento, los separadores Vortex pueden eliminar cantidades considerables de madera fragmentaria. En consecuencia, cuando se proyecta una sección de depurado para una fábrica de pasta mecánica, se puede pensar en instalar depuradores vibratorios o separadores Vortex. Los depuradores vibratorios parecerían preferibles, principalmente por consumir menos energía y —como pueden funcionar con más alta consistencia— requerir menor cantidad de lejía blanca. Se comprobó, además, que la pasta obtenida directamente de los depuradores ordinarios y tratada en las unidades vibratorias constituía un tipo de pasta aceptable.

Si se examina la pasta depurada en depuradores centrífugos y vibratorios, se verá que la cantidad total de impurezas resulta casi igual para ambos tipos de unidades, pero el primero deja mayor cantidad de partículas de madera fragmentaria, mientras que el segundo deja mayor cantidad de astillas. Estas dos clases de impurezas pueden ocasionar

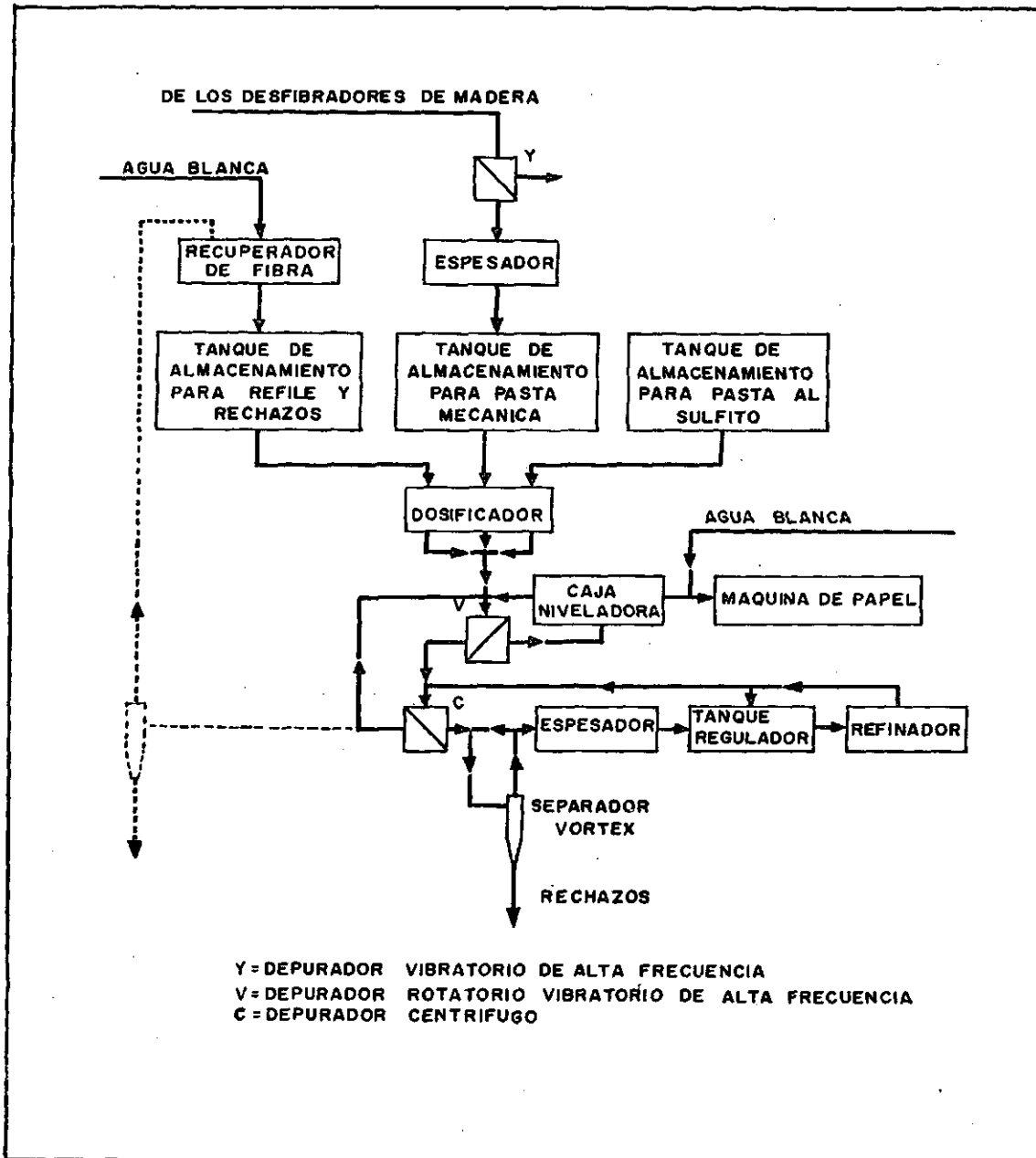
roturas en la tela durante la fabricación del papel y, por consiguiente, causar graves inconvenientes en la producción a alta velocidad.

Cuando se emplean depuradores vibratorios para tratar la pasta mecánica destinada a la elaboración de papel de diario, conviene que las ranuras no tengan más de 0,3 mm. de ancho. Así, siempre que los depuradores funcionen con un rebose de por lo menos 20 por ciento, se obtiene pasta mecánica de excelente calidad. Un punto muy interesante que reveló la investigación llevada a cabo es que la pasta mecánica de madera (después del depurado ordinario) que pasó únicamente a través de depuradores vibratorios con ranuras de 0,3 mm. de ancho habrá aumentado su resistencia hasta un 10 por ciento. Ello se debe, naturalmente, a que los depuradores vibratorios permiten el paso de fibras largas.

Habida cuenta de tales investigaciones, una fábrica integrada de papel de diario, ahora en construcción, contará con un departamento depurador como el presentado en el gráfico 4, es decir, en conexión directa con la máquina de papel. La pasta pasará directamente de los desfibradores a los depuradores Jönsson, provistos de placas con agujeros de 4 milímetros de diámetro, y luego, a través de un desgotador, a una tina de almacenamiento. De esta tina de pasta mecánica y de las de pasta al sulfito y rechazo, el material será transferido a un equipo de dosificación y luego, después de mezclado en las proporciones deseadas, a los depuradores vibratorios. De éstos, el material aceptado será llevado a una tina niveladora (nuevamente el rebose vuelve a la entrada de los depuradores vibratorios) y la cantidad principal, luego de mezclarse con agua blanca, pasará a otra tina niveladora situada después de la máquina de papel. En este caso particular, por lo tanto, los depuradores vibratorios rotatorios sirven en parte como depuradores en la primera etapa de depuración y en parte como separados antes de la máquina de papel propiamente dicha. La gran ventaja de un plan semejante es la elevada consistencia de fibra usada en todo el sistema, lo que hace disminuir la cantidad de agua blanca circulante necesaria y a su vez la superficie requerida por el equipo desgotador.

El rebose de los depuradores vibratorios va a un depurador centrífugo y el material aceptado pasa desde allí nuevamente a la entrada de los depuradores vibratorios o (como lo indican las líneas punteadas del gráfico 4), a través de los separadores Vortex, hasta un depósito y luego a la tina para rechazo. En el rebose del depurador centrífugo se encontrarán todas las impurezas separadas de las unidades vibratorias y grandes cantidades de astillas. Estas astillas son tratadas en el depurador centrífugo, por ser éste el más adecuado para tal propósito, con lo cual se tiene la seguridad de que la pasta depurada que vuelve finalmente a los depuradores vibratorios estará tan libre de astillas como sea posible. Luego de diluirse hasta en 0,25 a 0,30 por ciento, el rebose del depurador centrífugo es tratado en separadores Vortex a fin de eliminar las astillas gruesas y trozos de madera burdos. Como se necesita gran cantidad de energía para convertir esas partículas gruesas en material útil y como también reducen en alto grado la calidad de la pasta, lo mejor es eliminar del sistema las astillas para someterlas a tratamiento ulterior. La pasta aceptada proveniente de los separadores Vortex continúa, a través de los desgotadores, hasta un tanque regulador y luego pasa a través de los refinadores, para regresar al depurador centrífugo.

En los últimos años se han hecho amplias investigaciones, utilizando diferentes clases de unidades de refinación, para tratar los rechazos de la pasta mecánica; hasta ahora ningún tipo de refinador ha dado resultados satisfactorios. Si este as-



pecto del refinamiento pudiera solucionarse, la manera más sencilla de efectuar la depuración en las fábricas de pasta mecánica consistiría en instalar el juego de depuradores en una primera etapa, de donde, después del desgote, el rebose sería llevado a los refinadores y devuelto de éstos a la entrada de los depuradores en la etapa inicial. Una ordenación tan sencilla de los depuradores sería factible siempre que el grado de impureza de la pasta que sale de los refinadores no fuera superior al de la pasta obtenida de los depuradores ordinarios.

La insistencia respecto al aumento de velocidad en la máquina de papel exige más alta calidad y, por consiguiente, una pasta más depurada; por lo tanto, quizás haya que abandonar el tipo tradicional que se emplea actualmente en la depuración de pasta mecánica.

4. PAPEL DE DESECHO

Es cada vez mayor la tendencia a aprovechar el papel de desecho en la industria de papel y cartón. Entre el papel de desecho de mejor calidad cabe mencionar el cartón para cajas, revistas y libros fabricado con materiales exentos de pasta mecánica. En la actualidad, el papel de desecho se trata generalmente en distintos tipos de desmenuzador hidromecánico, *hydropulpers*, a temperaturas que varían entre 60 y 80° C., con soda cáustica para eliminar la tinta. En seguida, la pasta es depurada, generalmente en aparatos "Jönsson" provistos de placas con perforaciones de 2 a 3 mm. de diámetro. En el caso de "pasta de papel de desecho", que contiene hasta 70 por ciento de fibra corta, la temperatura obtenida, un tanto alta, da como resultado un alto

rendimiento por unidad de depuración. Con una consistencia de fibra de 2 a 2,5 por ciento a la entrada, un depurador con perforaciones de 2 mm. de diámetro tendrá una capacidad de 40 toneladas de pasta⁸ por 24 horas y de 90 toneladas cuando las perforaciones de la placa son de 3 mm. de diámetro.

Después de la depuración, el lavado y el blanqueo, la pasta es tratada de nuevo en depuradores centrífugos o planos. Un depurador plano tendrá una capacidad de 13 a 15 toneladas de pasta por 24 horas.¹ Últimamente se ha comenzado a emplear depuradores rotatorios vibratorios de alta frecuencia para tratar la pasta de papel de desecho exenta de tinta. En el cuadro siguiente se indica la capacidad (con alto grado de pureza) de tales depuradores, en los cuales las ranuras son de diverso tamaño y en los que varía la consistencia de las fibras a la entrada.

TONELADAS DE PASTA¹ EN 24 HORAS

Ancho de ranura (mm)	Consistencia (porcientos)					
	1,0	1,3	1,5	1,8	1,9	2,3
0,30	—	90	—	—	135	—
0,25	75	—	—	—	—	100
0,20	50	—	60	65	—	—

Una mezcla de papel de desecho de calidad mediana no entraña mayor dificultad. La pasta se fabrica generalmente en un *hydrapulper* o en una pila holandesa, y la mayor parte de la pasta desfibrada se trata en depuradores Jönsson. Si la desfibración es eficaz y la pasta no contiene gran cantidad de hilo de envolver u otras impurezas (por ejemplo, materiales de encuadernación procedentes de lomos de libros y periódicos), la pasta puede tratarse directamente en depuradores Jönsson provistos de placas con perforaciones de 2 ó 3 milímetros, según la calidad deseada. A una consistencia de 1 a 1,3 por ciento y con perforaciones de 2 mm., la capacidad en 24 horas puede calcularse entre 18 y 20 toneladas¹ y entre 40 y 45 toneladas¹ cuando se utilizan placas con perforaciones de 3 mm. La cantidad de rechazos varía normalmente entre 1 y 5 por ciento.

Para obtener resultados satisfactorios en el tratamiento del papel de desecho de baja calidad es necesario emplear una combinación de distintas clases de unidades. La pasta es tratada por lo general en *hydrapulpers* provistos de un lejiador de trapos y un eliminador de residuos. El papel de desecho de baja calidad contiene impurezas de peso específico superior e inferior al de las fibras; las primeras pueden eliminarse en su mayor parte mediante el empleo de separadores Vortex, mientras que las de peso específico inferior deben eliminarse recurriendo a la depuración. La existencia de gran cantidad de impurezas de distintas clases y la abundancia de fragmentos de papel sin desfibrar hacen necesaria su separación mediante dos procedimientos de depuración. Primero se debe proceder a la depuración ordinaria, después de lo cual la pasta obtenida puede utilizarse para las capas intermedias de los cartones de baja calidad; luego se hace la depuración refinada, a fin de obtener una pasta adecuada para la fabricación de las capas superiores del cartón o de papel que requiera un mayor grado de pureza.

La depuración ordinaria se efectúa preferentemente en separadores Vortex que trabajan a una consistencia de fibra de 0,4 a 0,8 por ciento. Desde éstos la pasta pasa a depura-

dores centrífugos, como el *classifiner* de Dilts, o a depuradores Jönsson. Después de esta etapa de depuración, la pasta aceptada puede tratarse convenientemente en un refinador hidráulico, a fin de disgregar los trocitos de pasta no desfibrada que han pasado a través de los agujeros de las placas de los depuradores. Si se desea utilizar la pasta así obtenida para la fabricación del papel, se recomienda proceder a una nueva depuración en depuradores rotativos vibratorios de alta frecuencia.

El rebose de los depuradores pasa, a través de una tina agitadora, a otro depurador, por lo común del tipo Jönsson. En tal caso las perforaciones de las placas del depurador dependen totalmente de la eficacia de las tinas agitadoras, pero no deben exceder de 4 milímetros, ya que las impurezas más livianas, muchas veces pequeñísimas, se eliminan del sistema en esta fase del procedimiento. Se debe prestar especial atención a la distancia que separa las perforaciones, la que dependerá en parte de la eficacia de las tinas agitadoras para deshacer los fragmentos de papel y en parte de la cantidad de impurezas que se desee eliminar. Después del tratamiento referido, la pasta depurada se devuelve al *hydrapulper*, o a los separadores Vortex antes de pasarla al departamento de depuración.

5. PAJA Y BAGAZO

Para obtener pastas burdas, la paja suele tratarse mediante la cocción con cal o soda cáustica. La depuración, inmediatamente después de los digestores, es imposible, ya que la pasta queda entonces sólo ligeramente desfibrada y conserva todavía su estructura original de paja. Después de la cocción, la pasta es generalmente bombeada desde una cámara decantadora, pasando por un desintegrador centrífugo, donde se tritura en cierta medida la materia aún no desfibrada. De allí pasa a filtros o pilas lavadoras, provistos de tambores desgostadores. Una vez lavada la pasta, se conduce por gamellas acanaladas y desgostadores; para ser tratada de nuevo en batidores, y luego en refinadores Jordan y depuradores antes de llegar a la máquina de cartón. En los Estados Unidos se utiliza así un gran número de depuradores Jönsson, generalmente con placas provistas de perforaciones circulares de 3 milímetros de diámetro, separadas unas de otras por una distancia de 6 milímetros. En un depurador de este tipo, que funcione con una consistencia de fibra de aproximadamente 1 por ciento, se obtiene en general, una capacidad de 40 toneladas de pulpa² en 24 horas.

Los factores que controlan la capacidad del depurador son el tratamiento químico durante la cocción, el tiempo de cocción y el grado de desfibración. El depurado según el sencillo método descrito dará un resultado muy satisfactorio en el caso de la pasta de paja destinada a la fabricación de cartón acanalado de nueve puntos (0,009" o 0,23 mm), etc.

Para obtener mejor calidad se requiere una depuración mucho más eficaz. La pasta sin blanquear y sin depurar no sólo contiene virutillas, sino asimismo una gran cantidad de impurezas esféricas, tales como arena, granos y diferentes clases de malezas. Si se desea mejor calidad de pasta de paja habrá que eliminar la mayor parte de dichas impurezas quitando bien el polvo y depurando en seco la materia prima antes de la cocción.

En el caso de pastas mal desfibradas, la gran cantidad de impurezas largas exige el empleo de depuradores centrífugos

¹ Material completamente seco.

² Material completamente seco.

en la primera etapa, después de un tratamiento a baja consistencia en separadores Vortex. El rebose de los depuradores centrífugos se somete preferentemente a doble depuración (primero en unidades centrífugas y luego en vibratorias).

En principio, el sistema utilizado para la pasta de paja será idéntico al que se emplea en la pasta al sulfito de buena calidad. El rebose del depurador centrífugo y del depurador vibratorio en la segunda etapa puede ser devuelto al departamento de digestores (después de un posible tratamiento en separadores Vortex) o eliminado como desperdicio.

También se utilizan los depuradores Jönsson para la depuración de pasta de paja no blanqueada de alta calidad. Para la depuración ordinaria se utilizan placas con perforaciones de 3 milímetros de diámetro; para la depuración refinada, las perforaciones son de 1,5 milímetros en la primera etapa y de 1 milímetro de diámetro en la segunda.

Los depuradores rotatorios vibratorios de alta frecuencia son muy indicados para depurar la pasta de paja blanqueada, especialmente en vista de que tal operación puede hacerse a alta consistencia. Las placas que se utilizan deben poseer ranuras de 0,20 a 0,25 milímetros de ancho. En general las impurezas son bastante pequeñas, y cuando hay acumulación en la tolva tienden a adherirse a las ranuras. Por lo tanto, es menester prestar especial atención al eficiente funcionamiento de la cañería rociadora. Además, quedará una cantidad importante de impurezas de difícil eliminación si antes de la cocción no se da a la paja el tratamiento adecuado para eliminar granos, nódulos y escoria.

En cuanto a la pasta blanqueada, los depuradores rotatorios vibratorios deben funcionar con un rebose de 3 a 5 por ciento, el cual puede tratarse en una segunda etapa de depuración o bien en una unidad batidora después de haber sido desgotado. Tratándose de una fábrica integrada, pueden colocarse los depuradores inmediatamente antes de la máquina de papel o de cartón, sustituyendo en esa forma a los separanudos que por lo general están provistos de placas depuradoras con ranuras más bien anchas. Mediante el empleo de depuradores vibratorios de alta frecuencia, con ranuras de 0,25 milímetros de ancho, colocados delante de una máquina de papel, se asegura la eliminación de las pequeñas partículas en tal grado que el desgotamiento en la tela se facilita en forma considerable.

Cuando se trabaja con bagazo, su elevado contenido de sustancia medular no fibrosa plantea un importante problema. La cocción y el blanqueo de la médula entraña un gran consumo de sustancias químicas; por otra parte, la médula aminora la resistencia del producto final. Desde el punto de vista exclusivo de la depuración de la pasta, pueden emplearse métodos similares a los utilizados para el tratamiento de la paja, pero así no se toma en cuenta la médula eliminada. Sin embargo, después de la cocción y la depuración, parte de la médula puede eliminarse mediante el empleo de filtros de células radiales.

6. DEPURACIÓN PREVIA AL EMPLEO DE MÁQUINAS DE PAPEL O DE CARTÓN

Con este fin se emplean varios tipos distintos de depuradores. Mientras que en un principio se acostumbraba utilizar depuradores rotatorios de baja frecuencia (de los descritos en el Grupo B), en la actualidad se emplea también gran número de depuradores vibratorios de alta frecuencia (Grupo D).

Los depuradores colocados antes de máquinas de papel o de cartón cumplen un doble propósito: eliminan las impurezas de la pasta y dispersan los grumos de la pasta en

suspensión, facilitando así la formación de una hoja mejor en la tela. En las fábricas integradas, la primera función tiene menos importancia, ya que la depuración propiamente dicha se efectúa en la sección en la cual se elabora la pasta química o la mecánica. Por consiguiente, el objeto principal de los depuradores colocados antes de la máquina de papel es eliminar los haces de fibras que se forman durante el refinado, así como completar la dispersión de las fibras. En tales casos basta con que las ranuras de los depuradores sean bastante anchas. En las fábricas que trabajan con pasta importada se utilizan placas con ranuras más estrechas a fin de facilitar la eliminación de las impurezas acumuladas durante el transporte. Si bien en ciertas fábricas se ha descartado el empleo de separanudos antes de las máquinas de papel, prefiriéndose el empleo de separadores Vortex, en algunos casos la experiencia obtenida ha recomendado la reinstalación de esas unidades por su especial eficacia en la dispersión de fibras. La práctica más común consiste en emplear a la vez separanudos y separadores Vortex; éstos últimos se colocan tanto antes como después de los primeros e inmediatamente antes de la máquina de papel.

Los tipos más antiguos de depuradores de baja frecuencia son sensibles a las variaciones en la consistencia de las fibras, especialmente cuando se trata de fibra gruesa y, por lo tanto, deben contar con placas depuradoras de ranuras más bien anchas para consistencias mayores. Además, la capacidad por unidad depuradora es baja, por lo que requiere una superficie amplia para instalar máquinas modernas de gran capacidad. Para fibras de consistencia conveniente, los depuradores rotatorios vibratorios de alta frecuencia tienen una capacidad de trabajo muy superior a la de las unidades de baja frecuencia. Además, como no son tan sensibles a variaciones en la consistencia y calidad de la fibra, se prestan muy bien para servir como separanudos en las máquinas de papel y de cartón cuando la producción no se limita a una sola calidad. Con tales unidades es posible tratar fibras gruesas y finas, de consistencia alta o baja, sin dificultad y sin tener que cambiar las placas de los depuradores. Tal cosa es posible con placas de ranuras mucho más finas que las que permite el empleo de depuradores de baja frecuencia.

Cuando se trata de papel fino y de otros papeles fuertemente encolados, es necesario, al decidir sobre la elección del depurador, tener presente que la pasta debe tratarse en forma tal que entre la menor cantidad de aire posible. Si la pasta contiene gran cantidad de aire, parte de éste escapará al ser aquella tratada en depuradores vibratorios de alta frecuencia, y este aire en libertad puede ocasionar dificultades debido a la espuma que forma en el caso de pastas de calidad de cierto tamaño. Estas dificultades pueden subsanarse, sin embargo, si el nivel de la pasta dentro del tambor del depurador se mantiene a cierta altura y si el lugar de salida de pasta, que produce vibraciones, se halla conectado al depósito fijo de salida de pasta depurada, de modo que ésta, en el tambor del depurador, se comunique directamente con la pasta de la caja de salida. Dicho depósito también debe construirse en forma tal que permita la eliminación del aire. En ese caso es posible eliminar las dificultades de espuma en la caja de salida.

Los depuradores rotatorios vibratorios poseen la mayor capacidad para trabajar a alta consistencia. Por ejemplo, para depurar pasta gruesa fabricada con papel de desecho de baja calidad, con alto contenido de impurezas, la consistencia máxima es de 0,8 a 1,3 por ciento. Para el papel kraft y el sulfito fuerte, que sólo requieren ser refinados en forma ligera, la cifra correspondiente sería de 1 a 1,4 por ciento, y para pasta al sulfato y al sulfito sin blanquear, de 1 a 1,5

por ciento. Para los tipos de papel que requieren más refino y para los de fibra corta, las cifras son de 1,5 a 2 por ciento, y para papel de diario de 1,3 a 1,8 por ciento. Si se desea aprovechar al máximo la gran capacidad de los depuradores rotatorios vibratorios, conviene en general hacerlos funcionar a una consistencia de fibra más alta y diluir posteriormente la pasta aceptada. Los depuradores de alta frecuencia del tipo mencionado tienen mayor capacidad de dispersión de fibra que las unidades de baja frecuencia, y la suspensión depurada que de ellos se obtiene parece más adecuada para mantener por mayor tiempo su condición sin que se formen grumos. Esta propiedad ha sido demostrada en forma práctica en muchas ocasiones. El reemplazo de depuradores de baja frecuencia por unidades de alta frecuencia resulta en una mejor formación de la hoja sobre la tela y en la fabricación de papel de mejor apariencia, al transparentarse, que el obtenido antes. En una fábrica con cuatro máquinas de papel, que hacía ciertos tipos de cartón (cartón marfil inclusive), se comprobó que la velocidad de la máquina podría elevarse mediante la instalación de depuradores de alta frecuencia con ranuras de 0,3 mm. de ancho. La producción aumentó en un 10 por ciento y aun así la formación del cartón era más uniforme.

En la fabricación de alma para cartón corrugado y otros tipos similares, en los que la materia prima consiste en 75 a 100 por ciento de pasta semiquímica, los depuradores utilizados debieran ser los rotatorios de alta frecuencia. El grado de desgote de este tipo de pasta es muy elevado, y si se emplean depuradores de baja frecuencia la consistencia de la fibra debe mantenerse generalmente demasiado baja. En algunos casos se ha comprobado que los depuradores rotatorios de alta frecuencia (con ranuras de 0,3 mm. de ancho y que trabajan a una consistencia de fibra de 1 por ciento), que actúan como separanudos antes de la máquina que fabrica alma para cartón corrugado, alcanzaron una capacidad de 30 toneladas de pasta¹ en 24 horas. Con ranuras de 0,4 mm. de ancho se han registrado capacidades de 43 toneladas en 24 horas, aunque el grado de pureza era mucho menor.

Es común hacer funcionar los separanudos antes de las máquinas de papel y cartón sin que se produzca rebose. Cuando hay rebose, éste suele ser tratado en depuradores del tipo de baja frecuencia y la pasta así depurada vuelve por distintos medios a la circulación. Los depuradores vibratorios del tipo Jönsson han sido utilizados como depuradores ulteriores, y más comúnmente como depuradores rotatorios vibratorios de alta frecuencia del tipo más pequeño, con un diámetro de sólo 500 milímetros y un ancho de 400 milímetros. Las dimensiones de los depuradores ulteriores y el lugar más apropiada para su colocación en el sistema dependen de tantos y tan diversos factores que no es posible presentar un esquema de circulación general.

Cuando los separanudos funcionan sin rebose sólo pueden quitarse las impurezas con un chorro de agua de un tubo rociador colocado dentro del tambor. El agua del tubo pasa por las ranuras de las placas del depurador y las partículas gruesas son transportadas por una canaleta descargadora de forma especial. Los tubos rociadores dentro del tambor tienen una capacidad limitada que depende del diseño mismo del tubo y de la presión requerida. Para obtener buenos resultados en las ranuras más angostas es necesaria una presión del agua mayor que en las más anchas. Sin embargo,

¹ Material completamente seco.

si es elevada la cantidad de impurezas contenidas en la suspensión, la capacidad del tubo rociador podría ser demasiado baja a pesar de la presión un tanto elevada del agua. En este caso las impurezas se acumulan en la tolva del depurador, con el resultado de que algunas de las más pequeñas (generalmente eliminadas por el depurador) pasan por las ranuras y reducen el grado de limpieza; al mismo tiempo, algunas impurezas obstruyen el paso de las fibras a través de las placas, reduciendo así la capacidad del depurador. Por consiguiente, suele ser necesaria la existencia de cierto rebose, el que debe ser tratado en depuradores ulteriores o en separadores Vortex. Desde hace muchos años, la Bird Machine Corp. propicia una combinación de separanudos y separadores Vortex. Esto es posible si se purga o descarga continuamente el fondo de los depuradores Bird y haciendo que la pasta, después de diluida, pase por uno o más separadores Vortex, y que la pasta aceptada vuelva al lugar por donde penetra la pasta en los depuradores. Se han ensayado asimismo instalaciones similares en combinación con los depuradores rotatorios vibratorios. Para obtener buenos resultados con los separadores Vortex, utilizando el tipo de pasta impura mencionada, se recomienda una consistencia de fibra que no pase de 0,3 por ciento. Para el papel fino y otros tipos de pasta blanqueada o no con pequeñas cantidades de impurezas no es necesario el rebose, pues en tal caso la capacidad del tubo rociador será suficiente para eliminar las impurezas separadas por el depurador.

Cuando se depure pasta para cartón, con elevado contenido de pasta mecánica, o pasta de paja o de bagazo, en depuradores rotatorios de alta frecuencia con ranuras más angostas de lo que se ha considerado necesario hasta ahora, es esencial tener buen cuidado al calcular la capacidad del depurador. También es necesario recordar que en la depuración con ranuras más finas que las empleadas anteriormente puede suceder que con el aumento consiguiente de impurezas separadas haya que prever una segunda etapa de depuración.

Los separadores Vortex pueden usarse muy ventajosamente en combinación con estos depuradores. Sin embargo, con una consistencia media de fibra son incapaces de separar los granos muy pequeños que contiene, por ejemplo, la pasta de paja y bagazo, si bien éstos pueden eliminarse casi totalmente mediante depuradores provistos de placas con ranuras de 0,20 ó 0,25 mm. de ancho. Si la cantidad de esas impurezas fuera tal que se produjera una acumulación en la tolva del depurador, se recomendaría la instalación de una segunda etapa de depuración.

En las máquinas elaboradoras de cartón, la pasta para las capas superiores e inferiores de la hoja requiere una depuración más refinada que la de las intermedias. Para éstas se suelen usar los depuradores Jönsson, mientras que para las capas superior e inferior, en las que se usa pasta al sulfito o al sulfato, blanqueada o sin blanquear, conviene emplear depuradores con placas ranuradas. Para obtener una calidad especialmente fina deberán usarse, para todas las capas, depuradoras con placas ranuradas.

Por lo general, cada molde cilíndrico debería tener un depurador separado. Sin embargo, si en todo momento y en forma simultánea se alimentan con pasta de la misma calidad los tres o cuatro moldes cilíndricos que contribuyen a la formación de las capas intermedias, bastará un solo depurador para esas capas y la pasta depurada será distribuida a los distintos moldes cilíndricos.

III. CONCLUSIONES

Aunque los departamentos de depuración deben organizarse con arreglo a ciertos principios fundamentales, cada problema de depuración ha de ser considerado como un problema distinto. La ciencia de la depuración —si cabe emplear expresión tan presuntuosa— no es exacta, sino más bien un cierto sentido que permite determinar la combinación adecuada del equipo disponible y la aplicación de conceptos ya ensayados.

No basta equipar un departamento de depuración con las unidades más modernas, en estricta armonía con reglas

ya establecidas. También debe prestarse cuidadosa atención a las distintas unidades, así como a su correcto funcionamiento y conservación, siguiendo fielmente las instrucciones. Con frecuencia se hace caso omiso de estas reglas sencillas pero de gran eficacia.

Cabría preguntarse, en fin, de qué sirve dedicar tanta atención al proceso de depuración cuando suele verse que las fábricas de papel hacen caso omiso de la limpieza al trabajar con productos de buena calidad y obtenidos con tanto trabajo.

LA MAQUINA MODERNA PARA FABRICAR PAPEL APLICADA A LA UTILIZACION DE MATERIAS PRIMAS DE FIBRA CORTA¹

Ralph C. Heys

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se examina el empleo de máquinas modernas del tipo Fourdrinier para fabricar papel cuyo peso varía entre 20 y 300 gramos por metro cuadrado más o menos. No se considera la fabricación de cartones multiplego, para la cual se utilizan, casi sin excepción, máquinas redondas o de molde cilíndrico; por otra parte, sólo se hace una breve referencia al tipo de máquina que requiere un solo gran secador para la manufactura de productos especiales tales como la guata de celulosa.

Antes de tratar de explicar lo que, en opinión del autor, es una máquina de papel moderna con características que la hagan particularmente adaptable para la fabricación de papel con materiales de fibra corta, conviene aclarar qué significa realmente el término "máquina de papel moderna".

Ante todo, el autor sostiene, sin reserva alguna, que una máquina de papel de fabricación reciente *no es forzosamente una máquina moderna*; por desgracia, todavía se construyen máquinas nuevas con diseños anticuados, utilizando modelos que debieran haberse desechado hace mucho tiempo. La inversión de capital en una unidad semejante puede ser menor, pero la diferencia entre el precio de ésta y el de una máquina moderna, con gran potencial de aumento de producción y velocidad, no debe ser un factor decisivo en una selección que puede comprometer seriamente el futuro de la fábrica.

En los diez últimos años se ha logrado aumentar la producción y sobre todo la velocidad de máquinas bien diseñadas, originariamente construidas en 1924 para producir 200 metros por minuto y que ahora fabrican 450 o más metros de papel de diario por minuto; tal adelanto revela con claridad cuán importante es prever la posibilidad de acelerar la velocidad de cualquier máquina de papel diseñada actualmente, pues tal máquina puede muy bien durar más de 30 años.

En primer lugar, no hay necesidad de complicar innecesariamente el diseño con dispositivos costosos y no esenciales. Una máquina moderna debe ser tan sencilla como las circunstancias lo permitan; llegado el caso será siempre posible agregar dispositivos automáticos esenciales para que pueda funcionar a mayor velocidad.

En segundo lugar, hay muchas máquinas de papel antiguas que, si fuesen reconstruidas por técnicos competentes en máquinas papeleras, no sólo serían adecuadas para fabricar papel de la calidad requerida y lograr la máxima velocidad de fabricación posible, sino que, después de reconstruidas, pueden ser consideradas modernas en el sentido más amplio de la palabra.

Las partes esenciales de una máquina moderna varían según los tipos de papel que se desee fabricar, pero ciertos elementos son comunes a todas ellas, lo mismo si trabajan

a 30 o 600 metros por minuto. En general, puede decirse que la mayoría de las máquinas de tipo antiguo, construidas por fabricantes bien conocidos, pueden ser modificadas y mejoradas en el sentido indicado.

2. FOURDRINIER

La caja de alimentación o de entrada y la regla deben considerarse como una unidad diseñada conforme a principios hidrodinámicos. La regla debe ser perfectamente ajustable vertical y horizontalmente, de manera que su labio pueda colocarse en una relación adecuada respecto al eje del rodillo de cabeza; este ajuste puede ser de gran importancia, especialmente en máquinas diseñadas para fabricar una gran variedad de tipos de papel.

Se prevé siempre la posibilidad de ajustar el labio de la regla a fin de lograr un derrame uniforme de pasta sobre la tela; también es importante contar con un rodillo de cabeza rígido soportado por cojinetes a bolas o rodillos que aseguren su alineamiento. Algunos fabricantes de papel dan ahora cierta curvatura al rodillo de cabeza para compensar su flexión.

Es importante adoptar toda medida necesaria para obtener un calibre y en la regla un espesor uniforme del papel, en lugar de tratar de corregir las irregularidades de la hoja una vez que ha sido formada.

La regla debe tener, en lo posible, un ancho fijo; de otro modo el diseño se complica innecesariamente. El ancho sobrante de la hoja puede reflirarse y enviarse al foso de la máquina debajo del manchón.

No hay necesidad de correas-guía para confeccionar los bordes de la hoja (salvo cuando se fabrican papeles muy pesados) y lo que se necesita es una simple tira de caucho u otros materiales, con una longitud de 1.½ a 2 metros desde la regla a lo largo de la tela.

Los rodillos de la mesa de fabricación, o niveladores, deben ser livianos, pero rígidos y tienen que estar soportados por cojinetes que mantengan su alineamiento; también deben ser ajustables horizontal y verticalmente.

Las cajas aspirantes necesitan ser rígidamente construidas; la salida de la caja aspirante será de amplias proporciones y la instalación contará con un sistema para la separación del agua y del aire, que permita la formación de un vacío en cada caja, según sea necesario.

En general, el manchón ha de ser del tipo aspirante y de diámetro suficientemente importante para reducir al mínimo el resbalamiento de la tela; puede estar provisto de uno, dos o hasta más compartimentos de vacío. Las bombas de vacío deben tener capacidad suficiente para obtener un vacío de 500 milímetros de mercurio con una hoja de papel moderadamente refinado de 60 gramos por metro cuadrado.

Los rodillos de retorno de la tela deben ser rígidos y girar sobre cojinetes de bolas o rodillos.

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L.6.12.

La longitud de la tela depende del tipo de papel que se dese fabricar y de la velocidad de trabajo.

Cuando se usa un sacudidor, éste será de diseño moderno, tipo del cual hay una gran variedad.

Se puede dar a las cajas aspirantes un movimiento oscilante, pero esto no se considera esencial.

Una sección Fourdrinier desplazable, para simplificar los cambios de tela, es ventajosa en el caso de máquinas con tela de cuatro metros de ancho, y podría considerarse esencial cuando se excede ese ancho, pero no puede decirse que una máquina sea anticuada porque carece de una mesa desplazable. Un manchón aspirante voladizo satisfará la mayor parte de las necesidades para el cambio de tela en máquinas de papel de ancho pequeño o mediano.

A continuación se señalan las razones principales para emplear una mesa desplazable:

a) ahorro de tiempo en el cambio de la tela (la mayor parte de los operadores de máquinas pueden cambiar la tela de una mesa fija en 4 a 6 horas, y en una desplazable, en 1½ a 3 horas);

b) menos peligro de averiar la tela;

c) menos peligro de averiar la mesa de fabricación y los rodillos niveladores.

Una mesa desplazable no ayuda a fabricar papel de mejor calidad ni a incrementar la producción una vez que la tela está sobre la máquina.

La toma al vacío es ahora una posibilidad en lo que respecta a cualquier tipo de papel sobre cualquier máquina. Es de especial importancia para tipos de papel de baja resistencia en húmedo a la salida de la tela y para evitar roturas en máquinas de alta velocidad, pues permite el uso de una mayor proporción de pasta mecánica o celulosa de fibra corta.

3. SECCIÓN PRENSAS

El empleo generalizado del rodillo aspirante ha hecho posible muchas combinaciones de cilindros prensa, en tanto que el

diseño de las prensas puede variarse a fin de adaptarlas al propósito en consideración. En cuanto a papel de diario a alta velocidad, por muchos años se han estado usando como equipo normal dos prensas aspirantes. Las máquinas más recientes cuentan con equipo de toma al vacío y han sido diseñadas para trabajar a velocidades de por lo menos 600 metros por minuto; utilizan hasta cinco rodillos aspirantes, con inclusión de un lava-filtro aspirante y un cilindro aspirante de toma después del manchón aspirante (véase esquema 1). También tienen dos prensas aspirantes, otras máquinas para fabricar a altas velocidades y papel de seda cuya posta está refinada para desgote rápido. (Véase esquema 2).

Para una sección de prensas de una máquina diseñada para fabricar una gran variedad de tipos de papel hasta velocidades de 250 metros por minuto, el autor sugiere una primera prensa aspirante seguida de otra plana y después una prensa montante (véase esquema 3). Para obtener rendimientos mayores recomendaría que la primera prensa aspirante sea del tipo Simplex, que consiste en un simple rodillo de succión con dos rodillos superiores (véase esquema 4).

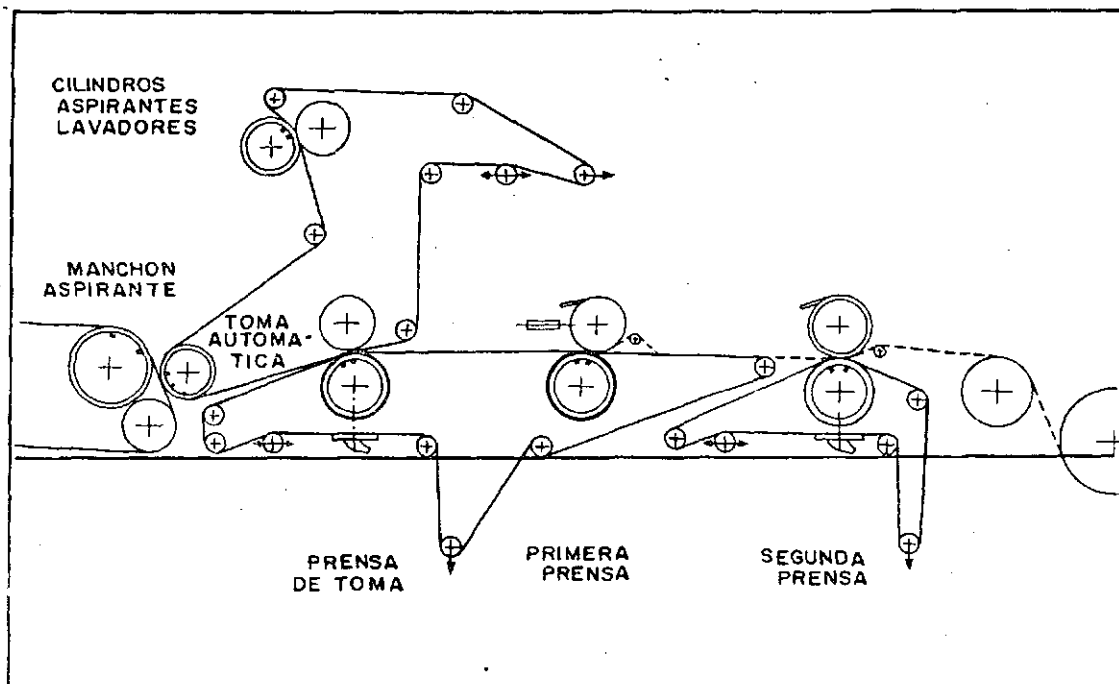
A continuación de las prensas se colocarían rodillos alisadores, que sirven para eliminar las marcas de la tela y del filtro.

Para organizar una buena sección de prensas conviene tener en cuenta los puntos esenciales siguientes:

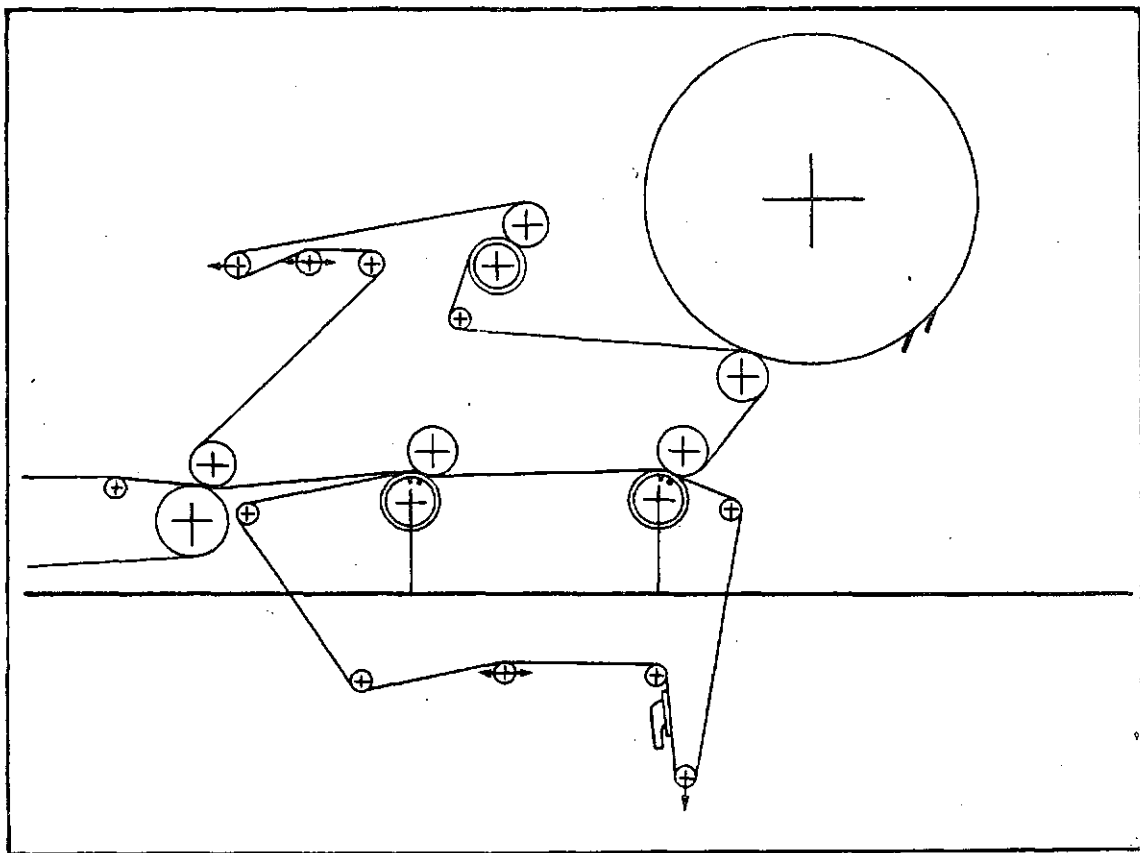
a) El recorrido del filtro debe ser simple y abierto, con tan pocos rodillos guía-filtro como sea posible y —si resultara práctico— sin rodillos guía-filtro exteriores. (Véase esquema 5).

b) Los tramos entre el manchón, la primera prensa, la segunda prensa y los secadores, deben ser cortos.

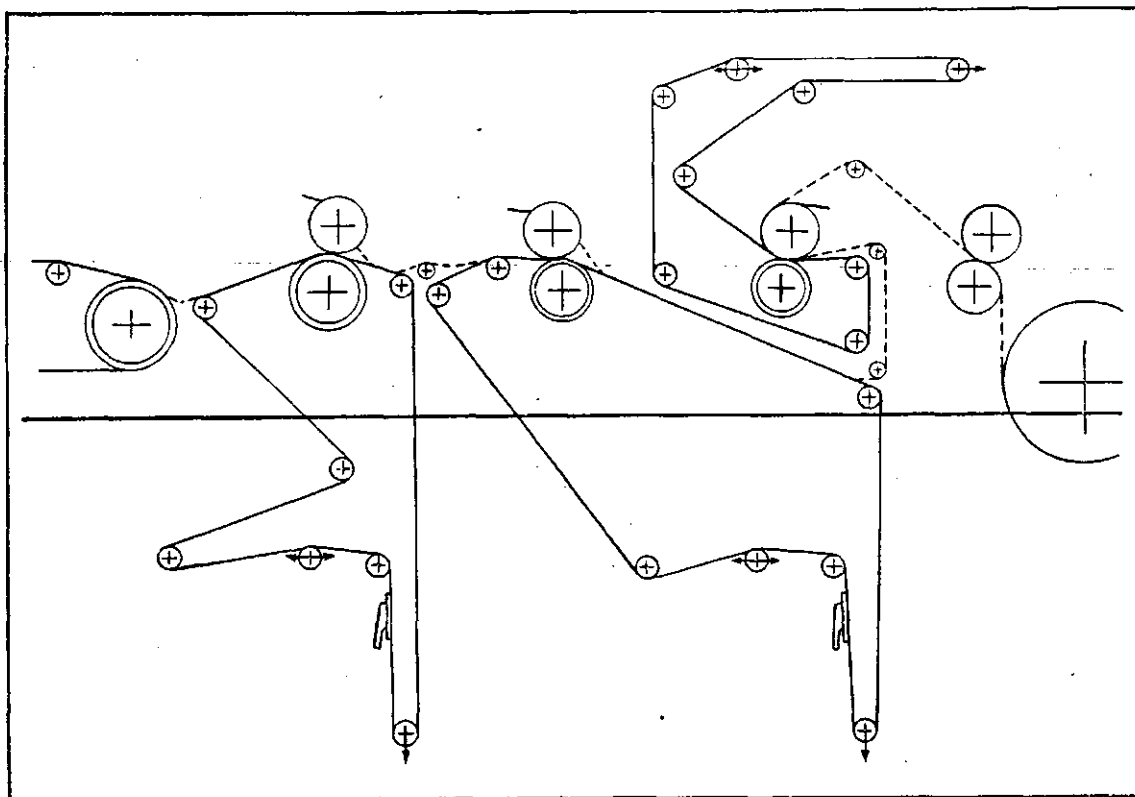
c) El peso de los rodillos superiores lo determina la práctica y deben diseñarse de modo que proporcionen la mínima presión lineal requerida; recargar su peso en los extremos no sólo altera la uniformidad de la hoja debido a la flexión



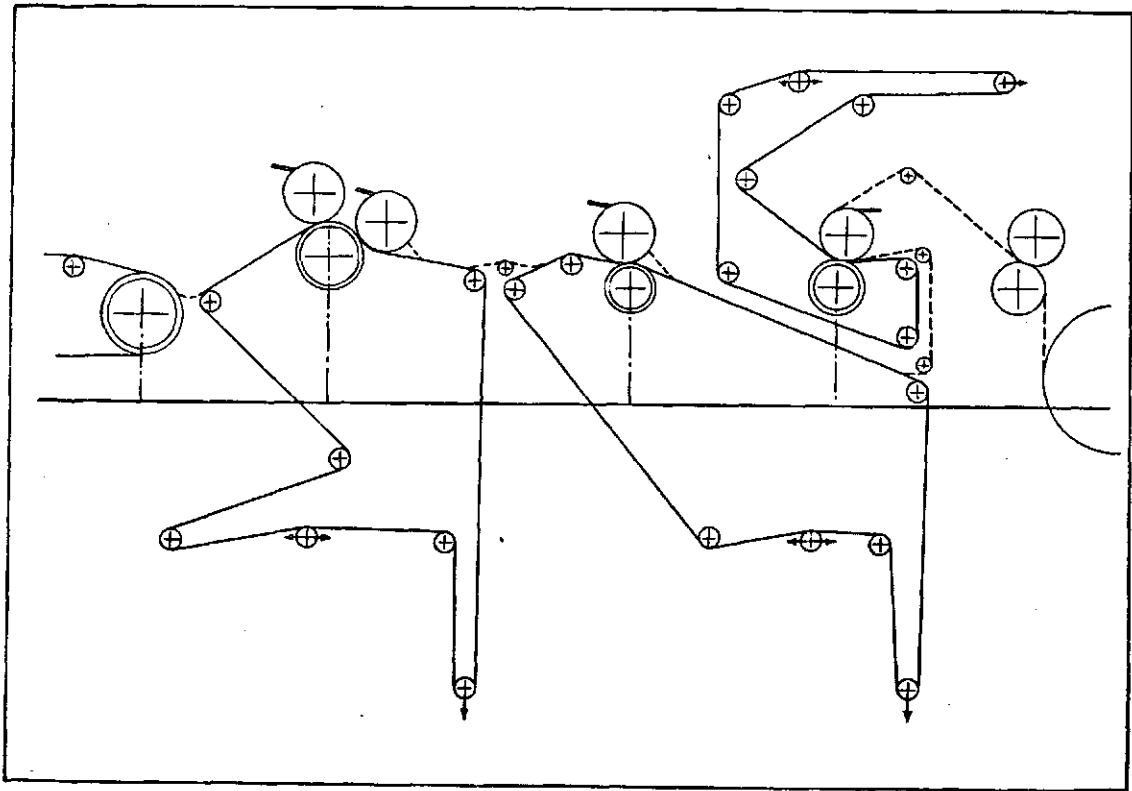
Esquema 1



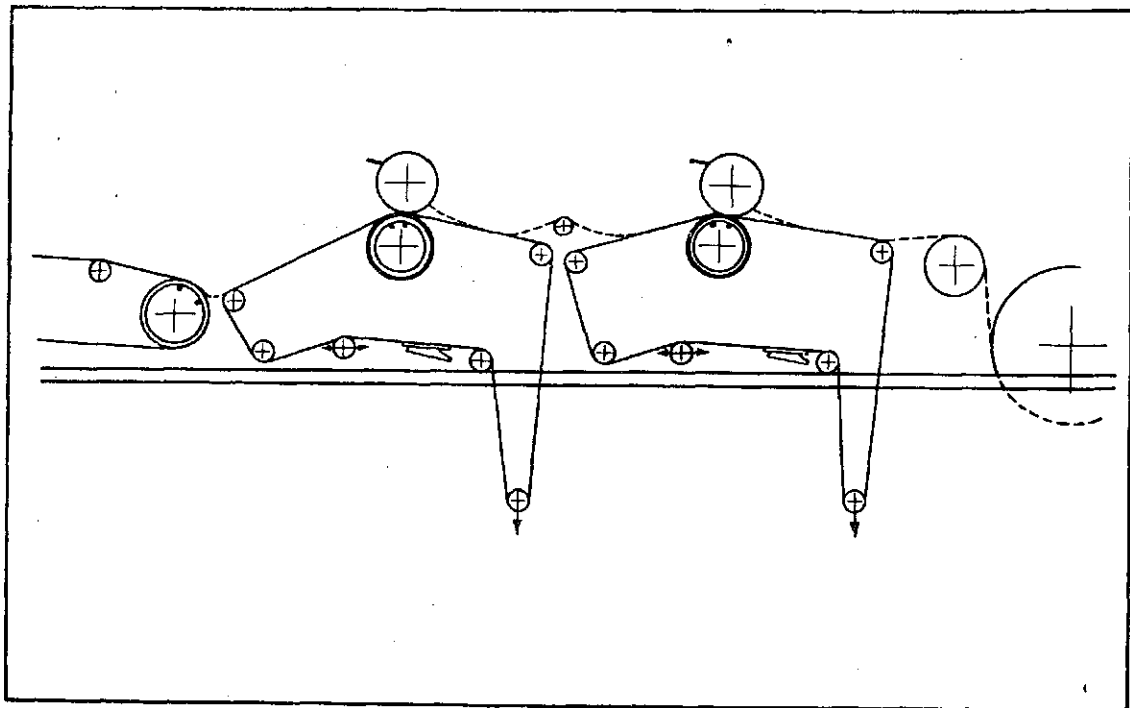
Esquema 2



Esquema 3



Esquema 4



Esquema 5

del rodillo superior, sino que también origina esfuerzos indebidos, pues la combinación de las curvaturas de los rodillos superiores e inferiores sólo es correcta para ciertas condiciones de carga. Es sobremanera peligroso, sobre todo con rodillos de succión, cargar en forma desigual el rodillo superior ya sea del lado de los mandos del operario, con objeto de corregir el contenido de humedad o espesor de la hoja. Estos defectos generalmente son causados por una mala regla de la mesa u otros defectos en la sección Fourdrinier.

d) Los rollos guía-filtro deben ser rígidos, dinámicamente balanceados y girar sobre cojinetes antifricción.

e) El sistema de carga debe ser flexible; el sistema de palancas y pesas no es muy eficaz y causa numerosas dificultades, lo que hace que ahora se le considere anticuado. Son comunes los sistemas de carga hidráulicos, neumáticos o a resortes.

4. SECCIÓN DE SECADO

La sección de secado de una máquina de papel moderna no está diseñada en forma tan rígida como en el pasado. Había entonces varias secciones de secadores de hierro fundido de 1,25, de 1,40 o de 1,50 metros de diámetro (diseñados para soportar una presión de vapor de dos atmósferas); en otros casos había un cilindro M. G. o monolúcido fundido, de 2,5 a 4,5 metros de diámetro (diseñado para soportar una presión de 1½ a 2 atmósferas). Era menos frecuente la combinación de ambos, en que se usaba un cilindro monolúcido con presecadores o postsecadores (o ambos a la vez).

En las máquinas de alta velocidad, que producen gran cantidad de papel de diario y ciertos tipos de papel kraft, hay todavía varias secciones de diseño tipo, que cuentan con secadores de hierro fundido de 1,5 metros de diámetro, pero

están contruidos para una presión de vapor de cinco atmósferas o más (véase esquema 6). Las máquinas de alta velocidad para papel kraft a veces tienen una prensa marcador, después de la primera sección de cilindros de 1,5 metros de diámetro, y una prensa de encolado o rodillos alisadores intermedios, después de la segunda sección de secadores de 1,5 metros de diámetro, seguidos por otra sección más de secadores de 1,5 metros (véase esquema 7).

Los papeles revestidos en la máquina se fabrican ahora a velocidades que alcanzan a unos 375 metros por minuto.

De otra parte, las máquinas para fabricar guata de celulosa y papel facial tienen sólo un cilindro M. G. monolúcido (de unos 3,5 a 4,25 metros de diámetro) y utilizan presiones de vapor de alrededor de 8 atmósferas; estas altas presiones requieren aleaciones de hierro especial y para tal efecto se emplean cilindros de hierro soldados que han dado buenos resultados (véase esquema 8).

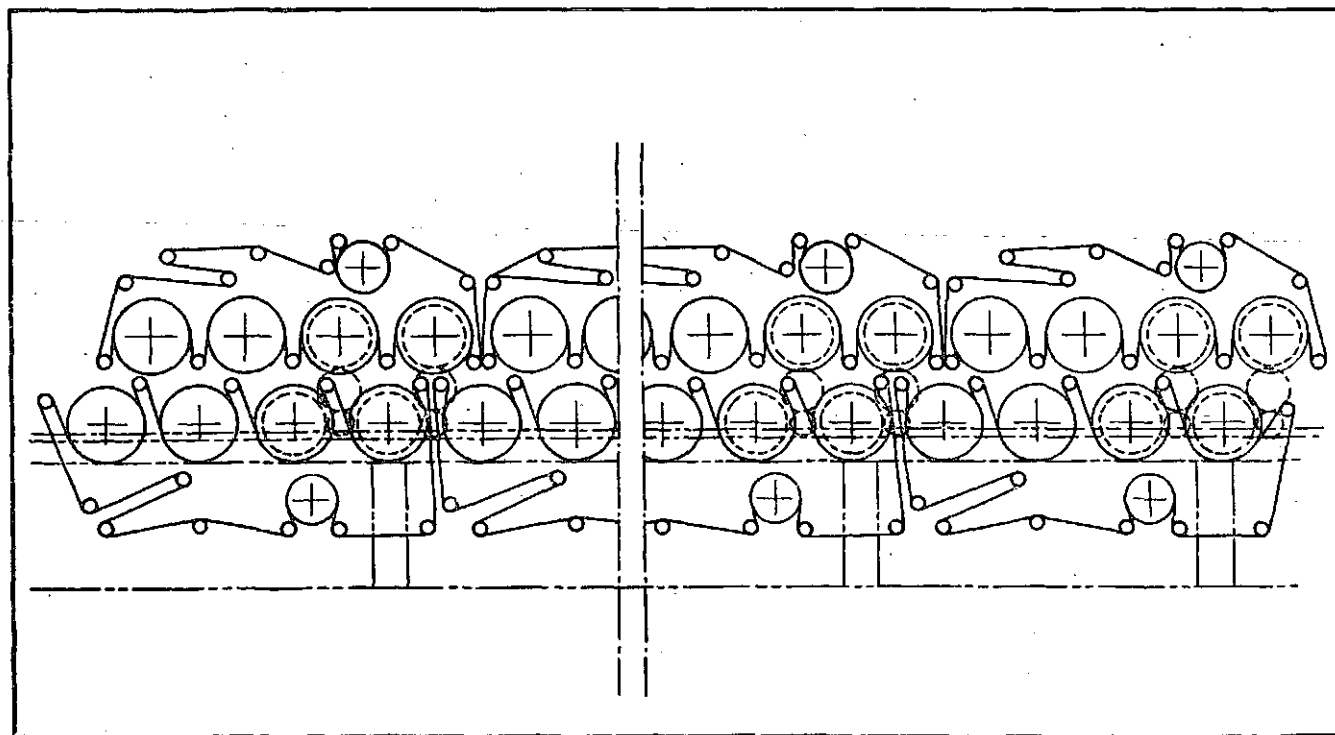
Merece mencionarse otro tipo de máquina de alta producción: la que se usa para fabricar papel de seda encrespado. Dicha máquina tiene un gran cilindro encrespador de 3 a 3,5 metros de diámetro, seguido de una o dos secciones con secadores de 1,5 metros de diámetro, sobre los cuales se seca la hoja encrespada (véase esquema 9).

Las secciones de secado precitadas están diseñadas para trabajar a velocidades de unos 600 metros por minuto.

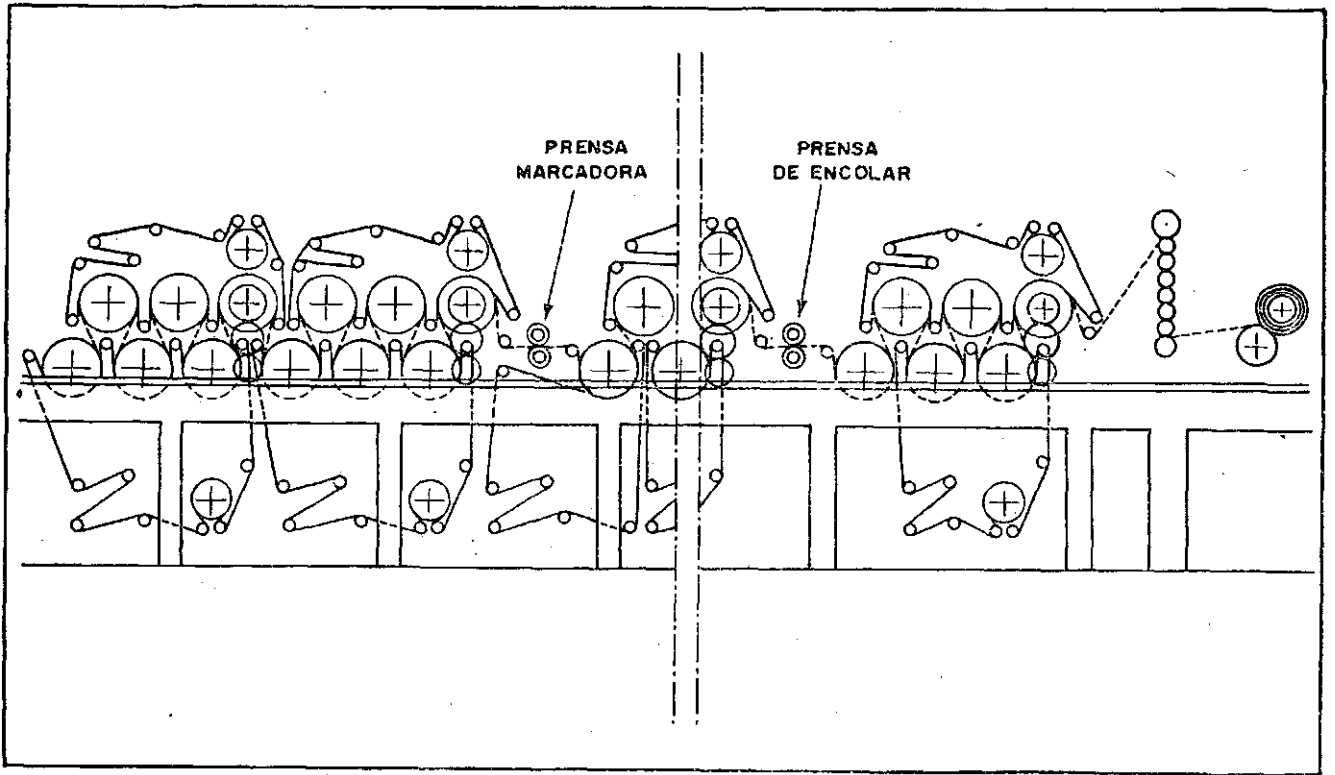
Una máquina más lenta, que funciona a 150 metros por minuto, fabrica papeles de seda (tissues) de alta calidad, papel para cigarrillos y otros; tiene secadores simples seguidos de secadores dobles (véase esquema 10).

Hay dos tipos de máquina que por su versatilidad son de especial interés para América Latina.

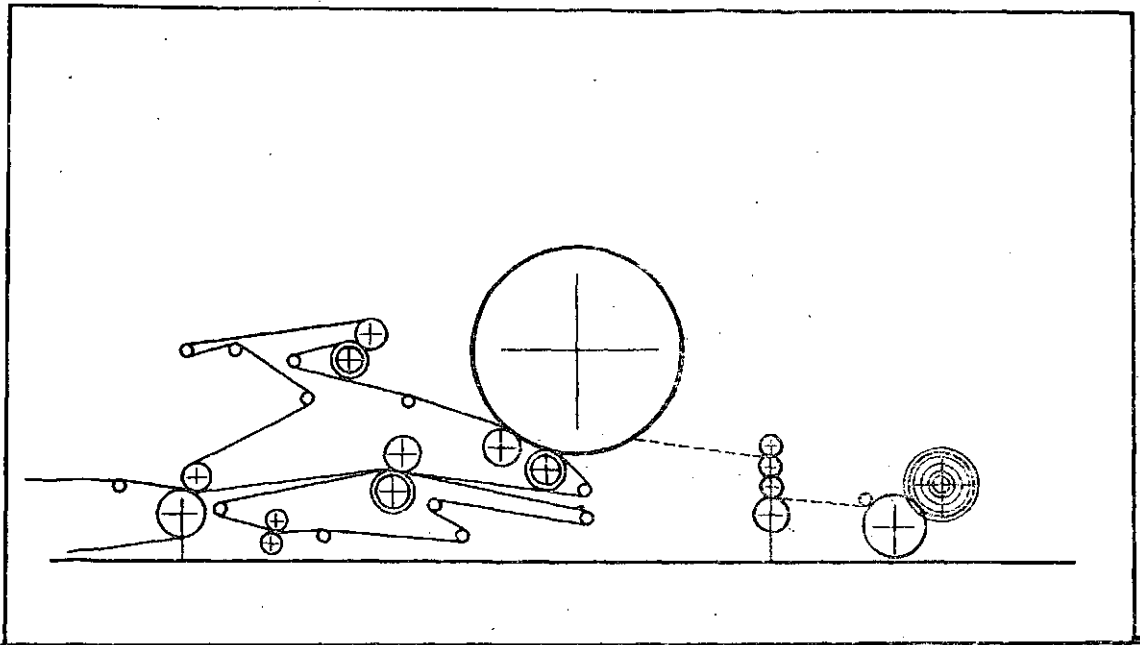
El primero, para fabricar papeles finos de escribir (*bank* y *bond*), tiene una serie de secadores de 1,5 metros de diámetro, con o sin unidad alisadora intermedia o prensa de encolado, después de los cuales hay otra sección de seca-



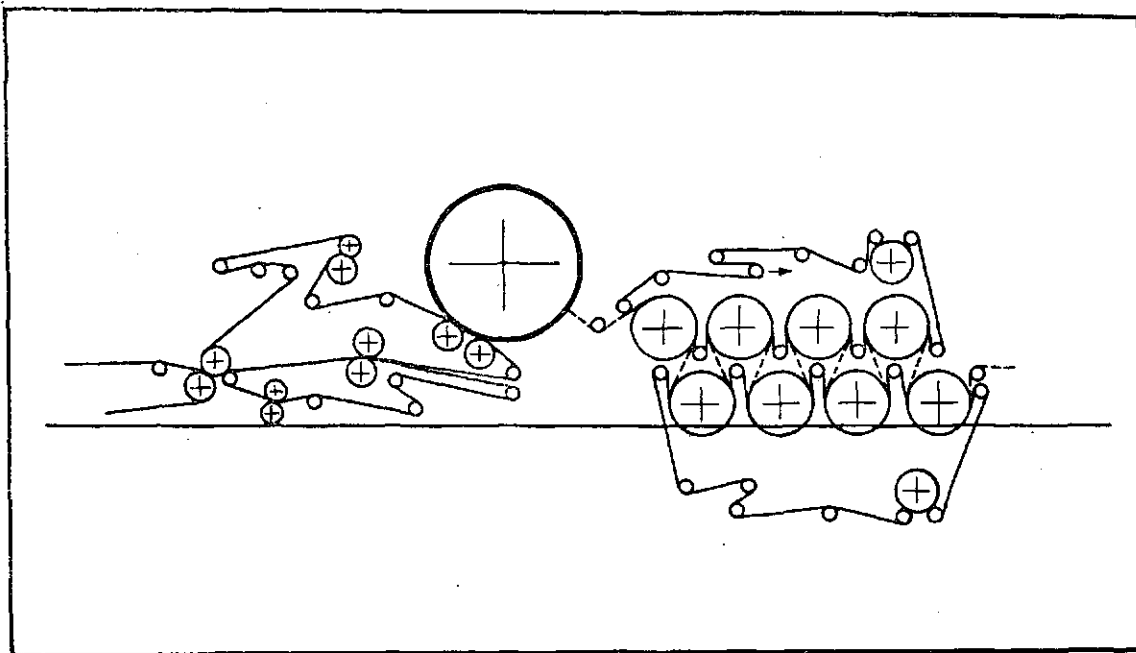
Esquema 6



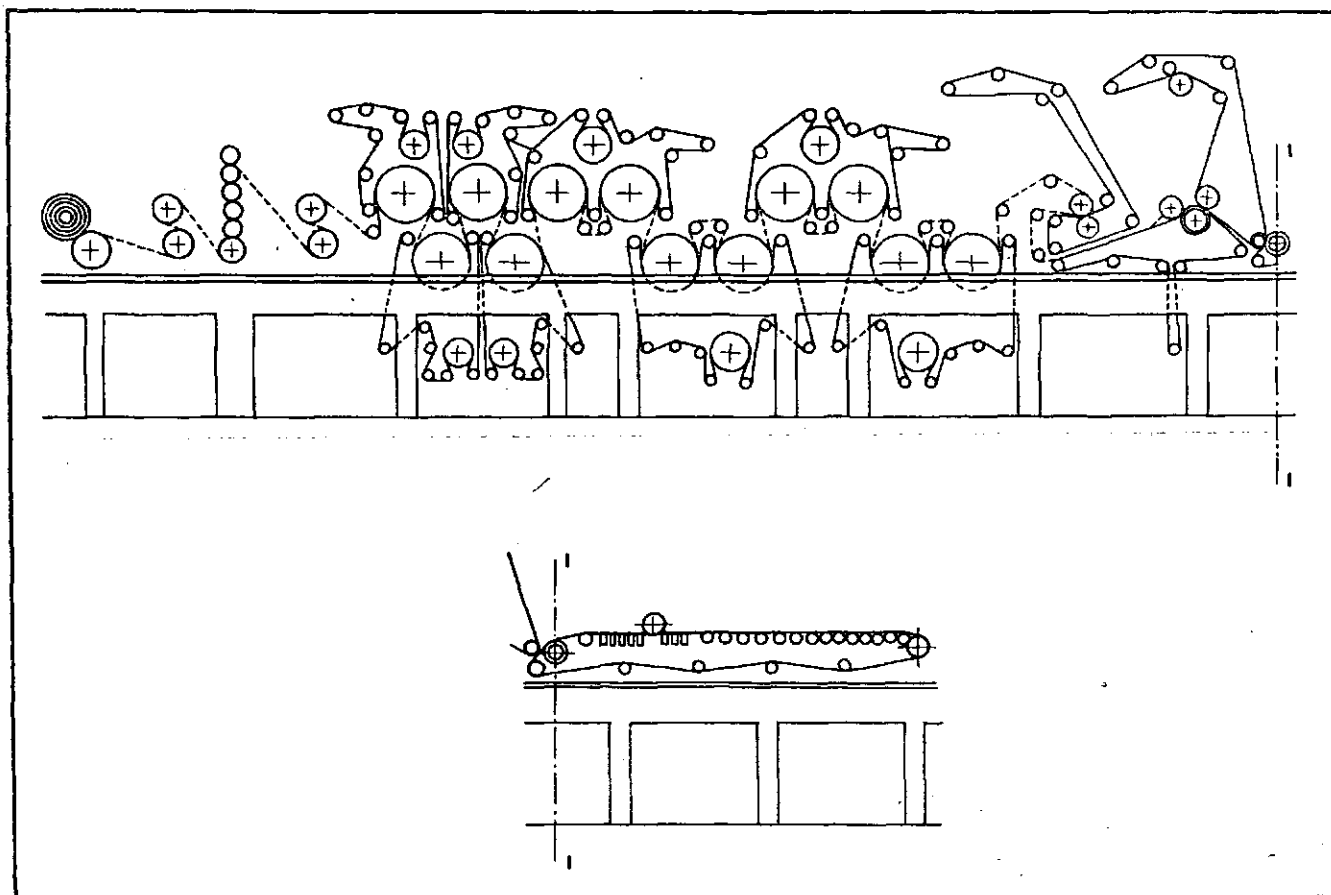
Esquema 7



Esquema 8



Esquema 9



Esquema 10

dores de 1, 5 metros muy similar a la del esquema 6, salvo que tiene menos cilindros y que las presiones de vapor utilizadas son mucho menores (0,5 atmósferas más o menos).

El segundo tipo es el denominado batería secadora universal y proviene de Europa. Consiste en una serie de secadores de 1,5 metros de diámetro, entre los cuales se interpone un gran secador para el satinado en máquina por un lado, en la medida en que sea necesario y cuando así se requiera.

Habría mucho que decir sobre el sistema de secado en que el fabricante debe producir una gran variedad de papeles; pero como todas las soluciones de transacción, tal sistema no es tan eficaz como una batería de secadores diseñada para fabricar un tipo especial de papel. Son pocos los fabricantes de papel, fuera de los Estados Unidos, Canadá, Finlandia y Suecia, que están en la feliz situación de poder tener una máquina trabajando con sólo un tipo de producto.

Con las mencionadas secciones de secado se emplea un sistema de vapor y condensación modernizado. Es extremadamente eficaz, especialmente cuando se compara con las instalaciones de hace 20 años, y permite un gran ahorro en el consumo de vapor.

Los secadores deberían impelerse suavemente y en realidad no importa si se usan grandes engranajes descubiertos (un engranaje de secador tiene dientes de celerón y el otro de acero, acero dulce o hierro fundido), o totalmente encerrados si se utilizan mandos con pequeños engranajes.

Se da el caso de engranajes descubiertos que funcionan sin dificultad alguna a 450 metros por minuto. Ahora bien, una sección de secado no debería calificarse de anticuada, simplemente porque sus engranajes pueden no estar totalmente a cubierto y funcionando en un baño de aceite.

La propia compañía del autor ha fabricado, durante muchos años, baterías de secadores en las cuales sólo dos secadores por sección son impelidos por los mandos; los demás los mueve el fieltro. Si el sistema se instala con la experiencia y conocimiento adecuados, este método es muy recomendable, tanto desde el punto de vista de la inversión inicial como de la conservación del equipo.

5. CALANDRIA O ALISADORA

En sus partes esenciales, la calandria actual es igual a la diseñada hace muchos años. El requisito principal es que el cilindro inferior sea rígido y se mantenga alineado; los cojinetes antifricción son convenientes, pero no indispensables.

Las máquinas antiguas suelen tener en el cilindro inferior cojinetes que podrían muy bien reemplazarse por otros de diseño más moderno; con ello se obtendrían velocidades mayores y se mantendría el alineamiento, al mismo tiempo la máquina se haría más eficaz para absorber cargas instantáneas.

6. BOBINADORA O ARROLLADORA

Casi en todas partes se recomienda ahora el empleo de un tipo de bobinadora de tambor, que no es necesario hacer funcionar con fuerza hidráulica o neumáticamente, aunque tal cosa podría ser conveniente en el caso de una máquina nueva.

Se observa la tendencia a hacer bobinas de papel más grandes y hoy día no es raro que en una máquina de alta producción se fabriquen bobinas de 2 metros de diámetro.

7. MANDO

Hasta hace poco se prestaba a esta parte menos atención que a la máquina propiamente dicha. Aunque es de suma

importancia que la velocidad total sea constante, la velocidad entre las diversas secciones, sobre todo en la parte húmeda, debería poder ajustarse y controlarse dentro de límites muy precisos.

En muchas ocasiones, el autor se ha sorprendido al ver una buena máquina provista de un mando que no obedece, y de oír quejarse al fabricante de excesivas roturas las que, según se ha averiguado después, dependían sólo de fallas en el mando.

Hoy día se dispone de mandos mecánicos y eléctricos en los que puede tenerse gran confianza y también de muchas imitaciones baratas que disminuyen en alto grado el rendimiento de la máquina.

El autor ha tratado de dilucidar brevemente lo que, a su juicio, son los aspectos más esenciales de una máquina de papel moderna. Antes de aplicar los principios señalados a una máquina destinada especialmente a la fabricación de papel a base de fibra corta, el autor desea referirse a los métodos modernos para preparar la pasta, pues éstos influyen mucho en el diseño de la máquina y particularmente en las velocidades a que la hoja puede ser formada.

Por muchos años se han empleado materias primas de fibra corta como la paja y el esparto, las cuales son interesantes sobre todo en los países sin recursos madereros que deben importar pasta química y pasta mecánica. El tratamiento usual, después de la cocción, lavado y blanqueo, consiste en emplear pilas holandesas con las que se ha obtenido una pasta que, al ser hidratada en demasía, resulta tan lenta en su desgote y en el secado que llega a ser inutilizable; aún mediante el empleo de telas Fourdrinier de mayor longitud y mayor número de prensas y secadores, resulta mucho más económico usar celulosa de madera importada, excepto para la fabricación de ciertos papeles especiales de esparto, como algunos que se elaboran en Escocia.

Desde 1940 más o menos, se ha progresado grandemente en la preparación de la pasta. Ahora es posible dar a los diversos tipos de pasta el tratamiento que más convenga para obtener sobre la tela un tipo de pasta más uniforme y con mejores propiedades de desgote. En consecuencia, pueden obtenerse mayores velocidades y un más alto rendimiento en la máquina, sin menoscabar la calidad final del papel.

En las nuevas instalaciones de preparación cada máquina debe realizar una función determinada para lo cual ha sido especialmente diseñada, esto es, empastar o triturar, hidratar, refinar, o cortar las fibras.

Además, se dispone de sistemas de dosificación cada día más perfectos, mediante los cuales es posible introducir diferentes tipos de fibra en aquellos puntos del sistema de preparación en que pueden recibir el tratamiento más adecuado para aprovechar sus mejores cualidades en la fabricación del tipo de papel deseado. Así pues, el fabricante de papel puede usar celulosa de fibra larga y corta (incluyendo recortes) en proporciones exactas para que el papel que fabrica tenga las características deseadas. En opinión, del autor, estos progresos en las instalaciones, como asimismo la tendencia a producir pasta con un grado de desgote mayor, harán posible —más que cualquier otro factor individualmente considerado— el aprovechamiento económico de materiales de fibra corta. Por tal razón, para emplear ese tipo de celulosa debería diseñarse una máquina adaptada a velocidades mucho mayores que las sugeridas, incluso hace 10 años; ello es tanto más necesario cuanto que, para uso general, tal máquina debería tener por lo menos un margen de velocidad de unos 35 a 350 metros por minuto.

Ya que no es posible considerar cada tipo de papel que puede fabricarse con materiales de fibra corta, el autor sugiere que la máquina de papel sea de carácter universal.

Teniendo en cuenta los principios formulados respecto a una máquina moderna, la especificación siguiente es bastante completa:

REGLAS	Velocidad	— 35 a 50 metros por minuto
	Cajas de entrada y regla combinadas	— labio ajustable horizontal y verticalmente con relación al rodillo de cabeza — construcción abierta del tipo proyectado. Ancho de formato fijo
FOURDRINIER	Longitud de tela	— 23 a 30 metros
	Ancho de tela	— entre 3 y 4 metros, según el ancho que se requiera en la bobina terminada
	Rodillo de cabeza	— sobre cojinetes de bolas o rodillos; por lo menos de 500 milímetros de diámetro, de acero revestido de goma o bronce fundido centrífugamente
	Rodillos niveladores	— sobre cojinetes a rodillos o bolas; ajustables vertical y horizontalmente y por lo menos de 150 milímetros de diámetro, de tubo de aluminio o acero revestido de goma
	Cajas aspirantes	— 6 a 8
	Rodillos bailarines	— tipo abierto; o provisión para rodillos bailarines después de la segunda o tercera caja aspirante
	Rodillos guía-tela de retorno	— por lo menos 200 milímetros de diámetro; camisas de bronce fundido centrífugamente sobre cojinetes a rodillos o bolas; todos con rasquetas y regaderas, incluyendo guías de tela automática y dispositivos tensores bien diseñados
	Manchón aspirante	— voladizo de 750 a 900 milímetros de diámetro
	Sacudidor	— de diseño moderno, ajustable mientras la máquina está en marcha
	Armazón de mesa desplazable	— opcional
	Foso de la máquina	— debajo del manchón con agitador movido a motor
SECCIÓN PRENSA	Primera prensa a succión Simplex, por lo menos de 750 milímetros de diámetro	— cilindros superiores de granito
	Segunda prensa plana, por lo menos de 550 milímetros de diámetro, cilindros superiores de granito; pero una prensa a succión de 600 milímetros de diámetro para velocidades mayores de 200 metros	
	Tercera prensa montante	— cilindro superior de granito, prensa aspirante para grandes velocidades
	Cilindros de granito de unos 650 milímetros de	

SECCIÓN DE SECADO

CALANDRIA O ALISADORA

DEVANADORA

MANDO

diámetro sobre cojinetes a rodillos con mecanismo neumático para levantar, bajar y dar presión

Rodillos guía-filtro montados sobre cojinetes a rodillos con guía automática y dispositivo tensor bien diseñado; recubiertos de caucho, de unos 200 milímetros de diámetro

Rodillos lisos —por lo menos de 550 milímetros de diámetro

Presecadores, de 1,5 metros de diámetro
Secadores M. G. de 3 a 3,5 metros de diámetro
Postsecadores, de 1,5 metros de diámetro

Engranajes abiertos celerón y hierro fundido o mando sin engranajes

Rodillos guía-filtro, de unos 200 milímetros de diámetro, sobre cojinetes a rodillos

Guía-filtro y tensor de filtro automáticos

Alimentación a cuerda desde la segunda prensa

7 rodillos, el inferior de unos 600 milímetros de diámetro, de fundición en coquilla con dureza de 80 grados (*Scleroscope*), sobre cojinetes de rodillos o tipo Michell; rodillos intermedios de 450 y 350 milímetros de diámetro, sobre cojinetes a rodillos

Una trituradora o empastadora debajo de la calandria de la máquina, para volver a tratar los rechazos y bombarlos de nuevo a la piletta de la máquina o al depurador (véase esquema 11)

Una devanadora tipo Pope para bobinas de por lo menos 1,25 metros de diámetro, con control neumático

Mando mecánico, sea por correas en V o correas planas con engranaje cubierto, cónico o sin fin, según las velocidades de la máquina y del eje longitudinal

Turbina a vapor de velocidad variable, en la que el vapor de salida se aprovecha en el procedimiento, o mando motriz eléctrico de velocidad variable

Como agregado, o cuando es baja la resistencia de la hoja en húmedo en el manchón, debería examinarse detenidamente la posibilidad de instalar una toma automática al vacío.

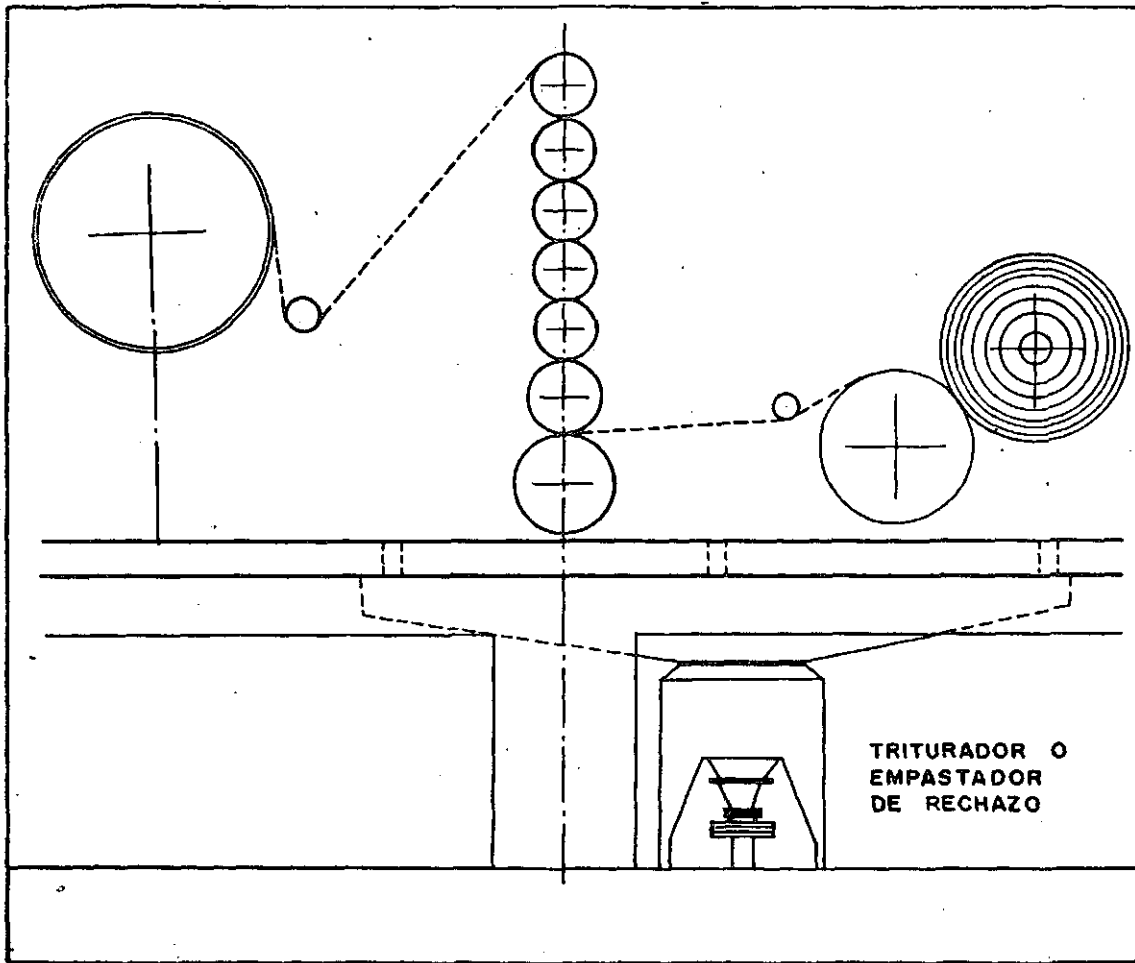
En opinión del autor, no se ha prestado hasta ahora bastante atención a las posibilidades de superponer durante su fabricación papeles de baja resistencia para obtener un papel tipo *duplex* con ambos lados iguales y con mejor resistencia.

Ya en 1929, W. H. Millspaugh fabricó, a manera de ensayo, papel *duplex* para diarios, el que después se empleó para imprimir una edición del diario local. Ese papel fue producido a razón de 300 metros por minuto, lo que era realmente rápido en esa época. La impresión resultó excelente y el papel pasaba a través de las rotativas con menos roturas y causaba menos inconvenientes que el papel de diario corriente del mismo peso. En la máquina de papel se utilizó la formación al vacío de la hoja sobre grandes cilindros aspirantes (véase esquema 12).

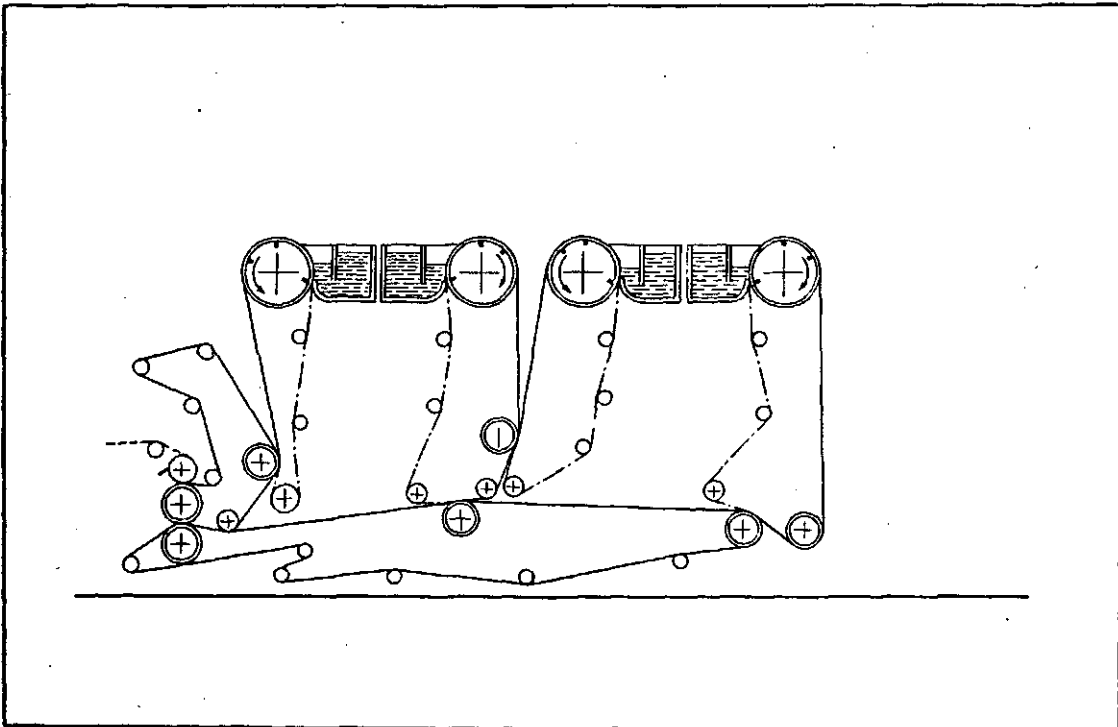
Continúan los experimentos con la formación de la hoja al vacío, los cuales bien pueden ser de gran interés.

Una máquina duplex más adecuada utilizaría mesas Fourdrinier y, con la instalación de una toma al vacío, podría muy bien trabajar a velocidades elevadas y dar un rendimiento comparable al de una máquina equipada con una sola mesa Fourdrinier que fabrica hojas más pesadas con pasta de mejor calidad (véase esquema 13).

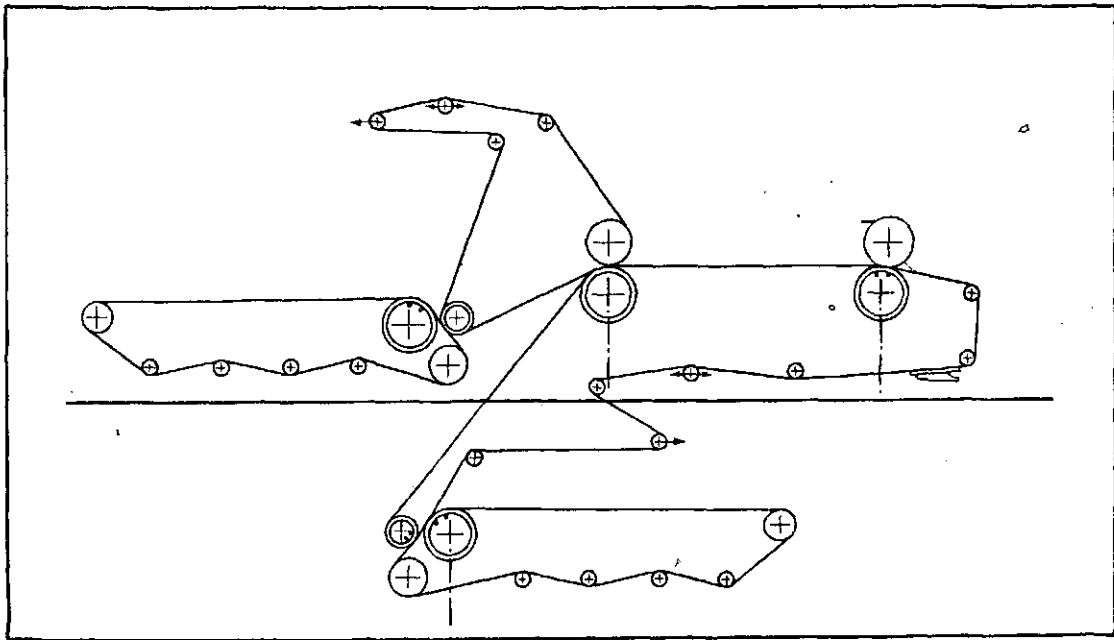
Se ha comprobado que la resistencia combinada de dos hojas de papel unidas en condiciones adecuadas es mayor que la de una hoja simple, de peso igual al de las dos hojas, fabricada con la misma celulosa y sometida a tratamiento similar.



Esquema 11



Esquema 12



Esquema 13

Sería de sumo interés poder sustituir el papel que ahora se fabrica con pasta de fibra larga por el papel duplex fabricado con pasta de fibra corta.

En conclusión, es evidente que la pasta de fibra corta será cada vez más usada para fabricar papel, sobre todo en los países que no poseen fuentes locales de materia prima de fibra larga. Además, las minuciosas investigaciones que ahora se efectúan sobre la utilización de pasta de fibra corta

ampliarán la gama de papeles y el margen de velocidad a la cual pueden fabricarse económicamente utilizando dicha fibra. Por otra parte, la experiencia adquirida en lo que respecta al diseño de maquinaria para la producción a alta velocidad de papel a base de pasta de fibra larga también será extremadamente valiosa cuando se desee construir máquinas para fabricar papel a base de materia prima de fibra corta.

MAYOR Y MEJOR PRODUCCION DEL EQUIPO EXISTENTE PARA LA FABRICACION DE PAPEL

F. T. Peterson

I. INTRODUCCIÓN

Mediante los continuos progresos en materia de ingeniería mecánica e investigaciones tecnológicas, cada día se tiene conocimiento de nuevos métodos y procedimientos para fabricar papel. Se divulgan nuevos diseños para el equipo correspondiente y nuevas técnicas de producción, todo lo cual permite fabricar papel con la mayor celeridad y satisfacer normas cada vez más estrictas en cuanto a calidad y costo.

En este trabajo se comentan diversos principios relativos al diseño de maquinaria y a la producción, pero no se hace referencia alguna a nuevos métodos de fabricación. Se tratarán dos aspectos principales: equipo para preparar la pasta y máquinas para fabricar papel y cartón. Se estudiará especialmente la posibilidad de mejorar la maquinaria existente ya en uso. De fuentes dignas de crédito se sabe que del aumento de producción registrado en el mundo en los 20 últimos años, sólo del 60 al 70 por ciento se debe a nuevas instalaciones; el 30 o el 40 por ciento restante representa el incremento derivado de mejoras de la maquinaria ya en marcha.

Se ofrece, pues, un amplio campo de estudio a quienes desean mejorar la maquinaria existente, para ampliar la producción y mejorar la calidad del producto, pero que no cuentan con el capital necesario para instalar nuevas fábricas.

2. PREPARACIÓN DE LA PASTA

A continuación se distinguen y definen las diversas funciones que entraña la preparación de la pasta en la sala de refinadores:

a) *Trituración o empastado*: consiste en desmenuzar y desfibrar la materia prima o pasta a fin de que obtenga una consistencia acuosa, adecuada, para la segunda etapa del procedimiento, a saber, la operación de refino.

b) *Refino*: consiste, primero, en tratar la pasta a fin de completar la desfibración de los haces fibrosos que subsisten después del empastado; segundo, en darle las características de hidratación o engorde deseados, además del tratamiento necesario de cepillado y fibrilación.

c) *Corte*: acortamiento de las fibras para dar a la pasta el tratamiento final antes de introducirla en la máquina de papel.

Durante muchos años se ha tratado de efectuar estas tres operaciones, fundamentalmente incompatibles, en una sola máquina: la pila holandesa. Hoy se cuenta con tres máquinas distintas para realizar cada una de ellas: el des-

menuzador hidromecánico *hydrapulper*, el *hydrafiner* y el refinador Jordán.

El *hydrapulper* funciona en forma sumamente sencilla. La pasta se vacía en un gran recipiente cilíndrico y el violento movimiento centrífugo impartido por el rotor hace circular la pasta originando un vórtice. Esta acción continúa hasta que las partículas se desintegran y llegan a ser tan pequeñas que pueden transportarse a una máquina auxiliar, como el *hydrafiner*, para completar el trabajo o comenzar el refino.

Por su capacidad extremadamente elevada, su rapidez de acción y la poca energía que consume, se considera el *hydrapulper* como la máquina más eficaz que se conoce hasta la fecha para la operación de empastado o trituración.

Hay dos tipos de *hydrapulper*: el discontinuo, dentro del cual se coloca una cantidad determinada de pasta, que es tratada y luego vaciada a un depósito para refinarla posteriormente, y el tipo continuo, en el que se efectúa de manera ininterrumpida la alimentación y la extracción. Esta última máquina tiene mayor capacidad y se aplica de preferencia para fabricar papel con recortes, así como papel de diario y papel kraft, etc., que requieren grandes cantidades de materia prima.

El *hydrafiner* es una adaptación del refinador cónico de tipo corriente y consiste simplemente en un rotor y envolvente cónicos con guarniciones fácilmente intercambiables que suelen ser de acero fundido con cierto porcentaje de cromo o acero altamente inoxidable, diseñado no sólo para dar a la pasta las mejores características, sino también para reducir al máximo el desgaste.

El *hydrafiner* está llamado a desempeñar las siguientes funciones:

a) Completar la desfibración de la pasta acuosa lograda mediante el *hydrapulper* u otro dispositivo primario de trituración o empastado.

b) Fabricar, refinar y cepillar la pasta, aumentando así la superficie de la fibra, de modo que ésta pueda absorber el agua con más facilidad.

c) Desarrollar al máximo la resistencia al desgarramiento inherente en la pasta.

d) Cumplir todas estas funciones de refino sin acortar en demasía la fibra ni modificar radicalmente el grado de desgote de la pasta.

e) Obtener una moderada resistencia a la tracción y al reventamiento. El *hydrafiner* no es una unidad para cortar la fibra, sino simplemente una ayuda en la etapa inicial de la formación de resistencia, operación que es completada por la acción cortante del subsiguiente refinador de tipo Jordán.

El *hydrafiner* puede usarse como una unidad discontinua en que la pasta circula desde un depósito a través del *hydrafiner* y regresa al depósito hasta que se obtienen óptimas condiciones de refino; o bien, puede funcionar en forma continua, ya sea individualmente o en unidades múltiples que alimentan al equipo de la tercera etapa.

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.6.13, que contiene 8 páginas de fotografías y esquemas para ilustrar la construcción y el funcionamiento de parte del equipo mencionado. Se formulan también numerosas sugerencias, omitidas en la presente versión, para mejorar la maquinaria existente.

La característica fundamental del *hydrafiner* es su capacidad para funcionar con poca energía a alta velocidad, de modo que proporciona a la pasta una suave acción de cepillado, hidratación y fibrilación. Esta acción, más el rápido aumento de la resistencia al desgarramiento y el pequeño cambio en las características de desgote, se obtienen sin acortamiento significativo de las fibras. Cuando se requiera una acción cortante convendrá emplear el refinador Jordán, diseñado para funcionar a velocidades más bajas y con mayor cantidad de energía. La acción cortante reduce la resistencia al desgarramiento casi inmediatamente, mientras que las resistencias a la tracción y al reventamiento aumentan con mucha mayor rapidez; el grado de desgote desciende en forma súbita y aumenta el grado de contracción.

Según la experiencia obtenida en diversas fábricas, el refino es eficaz sólo cuando se ha alcanzado la mayor resistencia al desgarramiento de cualquiera fibra. Más allá de ese punto, es más eficaz una máquina cortadora (refinador Jordán) si se desea alcanzar una mayor resistencia.

El *hydrafiner* se presta a ciertos usos especiales. Por ejemplo, debido a la suavidad de su acción de cepillado, es extraordinariamente eficaz para el tratamiento de paja o esparto y varios tipos de fibras vegetales, pasta semiquímica, rechazos de refinación de pasta mecánica de madera, etc. (cuando el objetivo es la desfibración y no es conveniente acortar la fibra).

Para mejorar la calidad y aumentar la producción en las salas de holandesas o secciones de preparación de pasta existentes, es necesario instalar tres grupos de máquinas distintas para que realicen las tres funciones primordiales de la preparación de pasta:

a) una máquina tipo *hidrapulper* para el empastado, o preparación de pasta acuosa.

b) una máquina tipo *hydrafiner* para el refino y

c) una máquina tipo Jordán para la operación de corte.

Como primera medida, podría instalarse un refinador Jordán entre la caja de la máquina de papel y la máquina propiamente dicha; con esto se aliviaría inmediatamente el trabajo de las holandesas. Además ofrecería la ventaja al fabricante de papel de poder corregir sin demora las características de la hoja, ya que le sería posible reducir ligeramente el refino en las holandesas y terminar el tratamiento de la pasta en el mencionado Jordán.

La medida siguiente consistiría en instalar una máquina tipo *hidrapulper* para trituración o empastado, y vaciar su contenido directamente en las holandesas. Así, éstas no tendrían que realizar el trabajo inicial lento de deshacer los fardos y podrían dedicarse por entero al refino.

Con las dos medidas precedentes, la holandesa habría disminuido su trabajo en un 50 a 75 por ciento, lo que haría posible un decidido incremento de la producción.

La etapa final consistiría en la sustitución de las holandesas por una máquina tipo *hydrafiner*; así se completaría el ciclo y cada una de las tres máquinas mencionadas realizaría la función especial para la cual fue diseñada.

3. MÁQUINAS PARA FABRICAR PAPEL Y CARTÓN

En el extremo húmedo o de formación de la máquina se plantea el grave problema del aire ocluido en la pasta, con

su correspondiente efecto adverso sobre la calidad y cantidad de la producción. Para eliminar su presencia existe un dispositivo especial denominado Deculator, que se instala entre el depurador de la máquina y la caja de alimentación y consiste simplemente en un tanque cilíndrico con un interceptor o deflector central.

La pasta que ha de ser introducida en la caja de la máquina es bombeada dentro de ese tanque bajo presión y choca contra el interceptor para hacer que así salga el aire ocluido. El material exento de aire cae al fondo del tanque desde donde se envía a la caja de alimentación de la máquina. El aire liberado se elimina por la parte superior del tanque mediante una bomba de vacío y un dispositivo condensador.

Son numerosas las ventajas de eliminar el aire ocluido, y entre éstas cabe mencionar las siguientes:

a) reducción de limo y grumos y eliminación de la espuma en la superficie de la pasta en la caja de alimentación;

b) mayor lisura en ambos lados de la hoja y formación más compacta de la hoja con lo cual se reduce la porosidad;

c) posible aumento de la velocidad de secado en la sección secadora de la máquina, debido a una mejor eliminación del agua en el extremo húmedo, y

d) reducción del consumo de vapor debido a la entrada de una hoja más seca en la sección de secado.

En una fábrica, la instalación de un Deculator permitió un aumento de velocidad de 33 metros por minuto, con el correspondiente incremento de la producción.

En otra fábrica de papel cristal, la eliminación del aire ocluido permitió aumentar la velocidad de 107 a 122 metros por minuto. En otra, en que se fabricaban ciertos tipos de cartón, la consistencia en la caja de alimentación se redujo de 2,2 a 1,4 por ciento. El ahorro en antiespumante representó 125 dólares por semana.

El diseño de la caja de alimentación es de suma importancia. Será adecuado cuando contribuya a mantener las fibras uniformemente distribuidas y suspendidas en la solución de pasta y suficientemente agitadas. Esto puede lograrse mediante la instalación de unidades como el dispositivo de entrada *hydranamic*, diversos tipos de distribuidores de caudal, rodillos rectificadores dentro de la caja de alimentación, etc.

En la sección prensa de la máquina de papel, el empleo de rodillos de succión mejorará invariablemente la producción al permitir la entrada de una hoja más seca en la sección correspondiente y al aumentar con ello la capacidad de trabajo de dicha sección.

Las unidades automáticas de regulación, como los indicadores reguladores de humedad; los de temperatura de secado y los indicadores y registradores de la presión en prensas, pueden ayudar a mejorar la calidad y aumentar la producción.

Tal vez sea necesario prever la modificación e incluso la reinstalación completa del mando de las máquinas existentes. Los mandos defectuosos originan un control de tiro inadecuado entre las secciones y pueden ser la causa de pérdidas considerables en la producción. En cambio, los mandos mecánicos o eléctricos correctamente proyectados o instalados pueden contribuir de manera fundamental a mejorar la producción.

VII

**Examen de las perspectivas de desarrollo de las industrias de papel y celulosa
en determinados países latinoamericanos**



ARGENTINA¹

Silvio Gagliardi

El consumo de papel y cartón en la Argentina en el año 1954 se estima en unas 400 mil toneladas al año, distribuidas de la manera siguiente: 90 mil de papel de diario y revistas; 260 mil de papeles varios y 50 mil de cartones. La producción, constituida por 30 mil toneladas de papel de diario y revistas; 250 mil de papeles varios y 50 mil de cartones, arroja un total de 330 mil toneladas. Queda un déficit de 70 mil toneladas, la mayor parte del cual —unas 60 mil toneladas— corresponde a papel de diario. El equivalente de los productos consumidos en pasta química es de 210 mil toneladas, y el de pasta mecánica, de 40 mil toneladas. Como la producción nacional es de 45 mil y 32 mil toneladas respectivamente, hay anualmente un déficit de 165 mil toneladas de pasta química, además del déficit de 8 mil toneladas de pasta mecánica, que queda cubierto por las importaciones.

Para el futuro se prevé un constante aumento en el consumo de papeles y cartones. Se calcula que para el año 1960 pueda llegar a 600 mil toneladas, de las que 200 mil serían

de papel de diario y revistas y 400 mil de papeles varios y cartones, o sea —expresado en equivalente en pasta celulósica— de 250 mil toneladas de pasta química y 250 mil toneladas de pasta semiquímica y mecánica. Según los planes de expansión en marcha, la capacidad de producción del país será para entonces de 350 mil toneladas de papel, 75 mil de pasta química y 60 mil de pasta semiquímica y mecánica. O sea que habrá un déficit en la capacidad de producción de 250 mil toneladas de papeles y cartones, 175 mil toneladas de pasta química y 190 mil toneladas de pasta mecánica y semiquímica. Hay, pues, un amplio campo para el desarrollo de esta industria, tanto desde el punto de vista de la materia prima como de la fabricación de papeles y cartones. Existen varios proyectos en estudio, basados en el aprovechamiento de materia prima nacional, en especial paja de trigo, sorgo negro, sudan grass y bambúes picanilla y tacuara, caña de castilla, bagazo de la caña de azúcar, maderas de salicáceas —sauces y álamos—, pinos americanos y la *Araucaria angustifolia* de Misiones.

PAPELES ESPECIALES EN LA PROVINCIA DE CORDOBA (ARGENTINA) A BASE DE LA PALMERA *TRITHRINAX CAMPESTRIS*²

S. Llorens, J. Muhana y W. Ginzel

En el noroeste de la provincia de Córdoba existe una zona boscosa en la que predomina la palmera *Trithrinax campestris*, comúnmente denominada palma, palmera o caranday. Las hojas de dicha palmera son adecuadas para la fabricación de pasta para papel; su recolección es fácil y económica y como las hojas se renuevan cada año, puede explotarse el bosque en forma permanente y el suministro contar así regularmente con materia prima.

Conforme a los datos de la Dirección General Agropecuaria de la provincia de Córdoba, se calcula que en los departamentos de Sobremonte y Tulumba hay unas 180 mil hectáreas de palmeras *Trithrinax* y que la densidad por hectárea varía entre 500 y 1.500 plantas. Si se considera un rendimiento promedio anual de 200 gramos por palmera, resulta que la zona mencionada podría producir como mí-

nimo 20 mil toneladas de pasta adecuada para fabricar papeles tipo kraft de alta resistencia o absorbentes, como los de tipo secante.

La instalación de fábricas de celulosa y papel junto a estas plantaciones sería aconsejable, pues así se eliminarían dificultades y recargos de gastos por concepto de transporte de la materia prima. El abastecimiento de agua es adecuado y la eliminación de desechos no presentaría inconveniente alguno; también hay abundancia de leña en la región.

Las palmeras mencionadas crecen en zonas de economía poco desarrollada y, por lo tanto, su explotación como materia prima para la industria papelería impulsaría el desarrollo de toda la región del noroeste de la provincia y traería aparejado un mejoramiento considerable en el nivel de vida de sus habitantes.

BOLIVIA³

Jonny von Bergen

El consumo de papel y cartón en Bolivia en el año 1954 se estimaba en unas 2.200 toneladas y el de papel de diario en 3.500 toneladas anuales. Las necesidades efectivas de papeles varios y cartón son, aproximadamente, de 5.000 toneladas anuales, que no se satisfacen porque existe una gran escasez de papeles varios, debido a las restricciones a la importación por carencia de divisas.

Hay instalada una fábrica de cartón que produce 750 toneladas anuales y utiliza principalmente la paja brava. Existe un proyecto para instalar en fecha próxima una fábrica de pasta química blanqueada y de papel, con una capacidad de cinco mil toneladas anuales, y que trabajará con maderas subtropicales, de las que existen extensos bosques en el país.

² Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.7.9.

¹ El presente texto es un resumen de la exposición que hizo ante la Junta el señor Gagliardi, Vicepresidente de Celulosa Argentina, S. A.

³ El presente texto es un resumen de la exposición que hizo ante la Junta el señor von Bergen, Presidente de la Papelera, S. A.

En 1953, Brasil consumió unas 170 mil toneladas de pasta química de celulosa, 206 mil de pasta mecánica (incluyendo recortes), 146 mil de papel de diario y 250 mil de otras clases de papel y cartón. Respecto a la producción, las cifras respectivas fueron: 51 mil toneladas de pasta química, 104 mil de pasta mecánica (incluyendo recortes), 43 mil de papel de diario y 220 mil de otros tipos de papel. Por consiguiente, la producción nacional abasteció el 30 por ciento del consumo de pasta química, el 52 por ciento del de pasta mecánica, el 30 por ciento del de papel de diario y el 97,3 por ciento del de otros papeles.

La pasta química se produce en 14 fábricas, una de ellas con capacidad para 35 mil toneladas y las 13 restantes con una capacidad media algo superior a mil toneladas anuales. La producción de papel —excepto el de diarios— se realiza en 53 fábricas, con una capacidad total de 246 mil toneladas; la capacidad anual del 68 por ciento de ellas es inferior a 5 mil toneladas y sólo cinco fábricas pueden producir más de 10 mil toneladas al año. Hay una sola fábrica de papel de diario con capacidad para 100 a 120 toneladas diarias, y en cuanto a la pasta mecánica, la carencia de datos estadísticos más detallados impide conocer la verdadera capacidad nacional de producción; sólo es posible aseverar que la capacidad de 11 fábricas es de 55 mil toneladas, pero hay otras pequeñas, distribuidas principalmente en los estados de Paraná y Santa Catarina.

La producción de papel de diario —al contrario de la de otros tipos de papel, que abastece prácticamente las necesidades del consumo— no acusa en el Brasil crecimiento significativo. Diversas causas han retrasado su desarrollo, entre otras, la exención de derechos de importación, el alto costo del equipo necesario para su producción en gran escala y la insuficiente producción nacional de pasta mecánica. Mientras tanto, las crecientes importaciones de papel de diario repercuten de modo desfavorable sobre la balanza de pagos del país. En 1950, Brasil invertía cerca de 8 millones de dólares en la compra de papel de diario; en 1953, esta cifra aumentó a 19 millones de dólares, con lo cual ese producto pasaba a ocupar el quinto lugar en la lista de las importaciones brasileñas.

Para 1960, el consumo se estima en 539 mil toneladas de papel y cartón, de las que 187 mil corresponden a papel

de diario y 352 mil a otras clases de papel y cartón. La cantidad de pasta celulósica necesaria para asegurar tal producción sería: 191 mil toneladas de pasta química y 208 mil de pasta mecánica.

La reforma cambiaria de octubre de 1953, al encarecer los productos importados, ha despertado el interés de los industriales, sobre todo en cuanto se refiere a la producción de celulosa. Ultimamente el gobierno ha comenzado a interesarse de manera especial por la ampliación de la industria celulósica, la que ha sido incluida en la lista de las industrias consideradas básicas para el desarrollo económico del país. Si sólo se tienen en cuenta los planes para ampliar la capacidad de producción de las fábricas integradas de papel y celulosa —planes de realización casi segura— es de esperar que en 1960 se haya logrado un aumento mínimo de la producción de papel de unas 96 mil toneladas.

Existen en el Brasil cuatro fuentes principales de materia prima fibrosa para la industria de celulosa y papel, que son las siguientes:

1. los bosques vírgenes de pino de Paraná (*Araucaria angustifolia*), cuya madera permite obtener celulosa de excelente calidad para la manufactura de papeles de envolver, y que ya es usada por la más importante fábrica de celulosa que funciona en el país;

2. las plantaciones de eucalipto de la región de São Paulo, de las que puede obtenerse pasta adecuada para la producción de papeles de imprenta y de escribir;

3. el bagazo de caña de azúcar de los estados de Pernambuco, Alagoas, Río de Janeiro y São Paulo, que ya se emplea con pleno éxito en este último estado, y con posibilidades de ampliación en un futuro próximo; y, finalmente,

4. las maderas tropicales del norte del país, que constituyen por ahora perspectivas a largo plazo.

Teniendo en cuenta las condiciones particulares de ubicación, energía, tamaño económico de la fábrica y otros factores técnicos y económicos, puede decirse que sólo las dos primeras fuentes de abastecimiento mencionadas merecen considerarse para la expansión inmediata de la capacidad de producción de celulosa y papel. El bagazo y las maderas tropicales representarán indudablemente recursos también muy importantes si se superan los problemas antes mencionados.

CENTROAMERICA²

Misión forestal de la FAO en Centroamérica

1. COSTA RICA

El consumo de papeles y cartones en Costa Rica fue de 8.350 toneladas en el año 1951, incluyendo 1.800 de papel de diario. Hasta 1953 todo el consumo era cubierto por las importaciones,³ preferentemente de los Estados Unidos y el Canadá. En septiembre de ese año empezó a producir la fábrica de pasta y papel "La Perla", única que existe en la actualidad (1954). Está proyectada para producir 3 mil

toneladas por año y utiliza como materia prima los desperdicios de abacá que recibe de las dos empresas que decoritan esta planta en el país. Se estima que la cantidad de fibra de desperdicio disponible sería suficiente para fabricar 12 toneladas de papel al día. Los resultados obtenidos prueban que, procediendo cuidadosamente, es posible obtener papel kraft de buena calidad.

Como posibles fuentes futuras para la producción de pasta y papel se consideran los bosques de Heredia y Ala-

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.7.2, que contiene 11 cuadros en los que se presentan estadísticas del papel y proyecciones de consumo futuro.

² Extractos del informe sobre los Recursos forestales y posibilidades de producción de celulosa y papel en Centroamérica, preparado por la Misión Forestal de la FAO para el Comité de Cooperación Económica del Istmo Centroamericano (CEPAL).

El presente texto corresponde esencialmente al que se presentó a la Junta como documento ST/ECLA/CONF.3/L.7.7, pero se le ha añadido información sobre Costa Rica y ha sido ajustado para que concuerde con la versión final de dicho informe.

³ En 1951 el valor de las importaciones fue de 939 mil dólares, es decir, aproximadamente 1,7 por ciento de las importaciones totales de Costa Rica.

juela, con una extensión de unas 400 mil hectáreas, los de San José y Puntarenas, con unas 160 mil hectáreas, y el de Limón, con unas 130 mil hectáreas. El primero es el que reúne las condiciones más favorables por la topografía plana del terreno, la abundancia de agua y el excelente sistema de transporte que forman los ríos San Carlos y Sarapiquí. Por su extensión, podría abastecer a una fábrica de celulosa de tamaño económico, pero es preciso un estudio detallado para conocer las especies existentes y su densidad.

Un grupo de industriales preparó un proyecto con miras a la utilización de las especies guarumo (*Cecropia peltata*) y poró (*Erithrina poeppigiana*) como recursos papeleros. Se cree, sin embargo, que las cantidades disponibles de estas especies no son suficientes para abastecer a una fábrica de pasta de tamaño económico.

Con respecto a las otras materias primas para la industria papelera, el país cuenta con producción de caliza, sal y caolín. El abastecimiento de energía eléctrica es deficiente, pero mejorará notablemente al aplicarse el programa de electrificación del gobierno y las recomendaciones de la misión de energía eléctrica del programa de integración.

En conclusión, Costa Rica dispone de recursos fibrosos a corto plazo, como la fibra de abacá, en cantidades adecuadas para abastecer a los países centroamericanos de papel de envoltura, algunos tipos de papel de escribir y de imprenta. A largo plazo, podría pensarse en las especies latifoliadas del bosque virgen de los departamentos de Heredia y Alajuela, en el norte del país.

2. EL SALVADOR

En 1953, El Salvador consumió aproximadamente 6 mil toneladas de papeles y cartones, de las cuales alrededor de 2.750 correspondieron a papel de diario. Con una población ligeramente superior a 2 millones, puede estimarse en 2,9 kilogramos el consumo por habitante. Como no existe producción papelera en El Salvador, todo el consumo depende de la importación, principalmente de los Estados Unidos y el Canadá.¹

Como materia prima para fabricar papel y celulosa, sólo pueden considerarse las maderas provenientes de los bosques de pinos situados al norte del país, cerca de la frontera con Honduras. Sin embargo, se cree que esas maderas no pueden satisfacer las necesidades de una fábrica de papel de tamaño económico.

En algunos lugares se ha plantado "escobilla" (*Sida rhombifolia*) para contrarrestar la erosión, pero esta especie no prospera por la altura a que están situadas la mayor parte de las zonas afectadas. La corteza se presta para la producción de fibras textiles y el tallo —de 1 a 2 centímetros de diámetro y 2 metros de largo aproximadamente— podría proporcionar, aunque en cantidades muy reducidas, materia prima de fibras cortas apropiada para la fabricación de celulosa.

No se dispone de cantidades suficientes de otras fibras, como el bagazo o los residuos de henequén, para utilizarlas como materia prima.

Dada la carencia actual de materia prima y el reducido consumo de papel y sus productos, hay muy pocas probabilidades de que en El Salvador se fabrique papel y celulosa para satisfacer las necesidades nacionales, o al menos habrá que esperar mucho tiempo antes de que ello sea posible.

¹ En 1951 el valor de las importaciones fue de 1 millón 655 mil Dls.

En 1952 Guatemala consumió 6.753 toneladas de papel, de las cuales 2.428 correspondieron a papel de diario. Con una población de poco menos de 3 millones, el consumo por habitante puede estimarse aproximadamente en un kilogramo por año. Salvo pequeñas cantidades de papel para envolver y cartones de fabricación nacional, el consumo se satisface con importaciones,² provenientes en su mayor parte de los Estados Unidos y el Canadá.

Se calcula que en 1965 se consumirán anualmente alrededor de 12 mil toneladas de papeles y cartones, incluyendo papel de diario.

En la actualidad (1954) hay sólo una fábrica de papel en marcha —Industria Papelera Guatemalteca—, situada en el departamento de Escuintla. Como materia prima se utiliza el zacate limón o citronela, que primero es destilado con vapor a fin de extraer el aceite esencial; la compañía tiene sus propias plantaciones de citronela. La capacidad de producción es de 12 toneladas diarias aproximadamente, pero las operaciones no se realizan con continuidad debido a las dificultades que plantea en el mercado la calidad del producto.

En Guatemala abundan los recursos forestales. Desde el punto de vista de la fabricación de celulosa, las especies latifoliadas de la selva tropical de los alrededores del lago Izabal constituyen la principal fuente de materias primas de utilización a largo plazo en el país y quizás en toda Centroamérica. A corta distancia de esta selva las montañas están cubiertas con bosques de pinos (*Pinus oocarpa* y *Pinus caribaea*) que pueden ser una fuente importante para la fabricación de pasta celulósica de fibra larga. En la región del Petén existen extensas superficies de selva tropical con especies latifoliadas, y en la parte sur de Huehuetenango una amplia zona forestal de coníferas. La mala calidad de los terrenos y la carencia de medios de comunicación eliminan la posibilidad de considerar a ambas zonas como fuentes potenciales de materia prima para celulosa y papel, al menos por ahora.

Además de los recursos forestales, se dispone de bagazo de caña y de residuos de henequén, pero en cantidades demasiado pequeñas.

Por lo que toca a productos químicos, se cuenta con cloruro de sodio y cal en cantidad adecuada, pero habría que importar otros, como sulfato de sodio, azufre, alumbre, etc.

Aunque el consumo de papel y sus productos está aumentando en Guatemala, no es por ahora suficiente para justificar las operaciones comerciales de otra fábrica, además de la de Escuintla. Esta última puede satisfacer la mayor parte de las necesidades internas de papel de envolver y cartones, pero conviene mejorar la calidad de la producción y aumentar su eficacia para que funcione al máximo de su capacidad. Desde el punto de vista de las realizaciones a largo plazo, la zona del lago Izabal parece ofrecer las perspectivas más favorables para el incremento local de la capacidad de producción.

4. HONDURAS

El consumo de productos papeleros ha aumentado en Honduras alrededor de un 4 por ciento anual. El consumo total ascendió en 1953 a más de 2.700 toneladas, incluyendo cerca de 500 de papel de diario. La totalidad de ese consumo

² En 1952 su valor fue de 2,6 millones de dólares (equivalente a 3,4 por ciento de las importaciones totales).

—que equivale a 1,7 kilogramos por habitante— se satisface con importaciones, principalmente de los Estados Unidos y el Canadá. No hay en el país industria alguna de celulosa y papel.

Aproximadamente el 43 por ciento del territorio de Honduras está cubierto de bosques y existen diversas zonas que ofrecen perspectivas prometedoras como fuentes de materia prima para la producción de pastas celulósicas. Pero la falta de medios de comunicación en unas partes o de suficiente cantidad de agua en otras, hace difícil su explotación, sobre todo a corto plazo.

Sin embargo, en los alrededores del lago Yojoa —zona que dispone de una excelente carretera— hay grandes extensiones cubiertas de pinos, especialmente *Pinus oocarpa*, que podrían abastecer a una fábrica de pasta de 100 toneladas diarias de capacidad, suficiente para cubrir todas las necesidades del consumo centroamericano; quedaría además un sobrante exportable que, para 1965, se ha estimado en unas 21 mil toneladas.

Por otra parte, en el distrito de Yoro, de unas 290 mil hectáreas, existen extensas plantaciones de pinos (*Pinus oocarpa* y *Pinus pseudostrabus*). Se calcula que, con un tratamiento adecuado, estos recursos podrían subvenir por lo menos a las necesidades de una fábrica de pasta de 50 mil toneladas anuales y probablemente mucho más.

En el departamento de Olancho hay especies latifoliadas y gran abundancia de coníferas, que no se pueden explotar de inmediato por la carencia absoluta de medios de comunicación. Otra zona que debe mencionarse como fuente de materias primas a largo plazo es la del río Paulaya, donde se estima que existen grandes cantidades de *cecropia*, aprovechable para la producción de papel de diario.

De las otras materias primas utilizables en la industria de celulosa y papel, sólo se dispone en Honduras de cloruro de sodio y de rocas calcáreas muy abundantes y de buena calidad, en las proximidades del lago Yojoa y en Yoro.

La energía eléctrica es insuficiente y no hay otros combustibles nacionales que la madera, que por otra parte es muy cara. La planta hidroeléctrica que se proyecta en las cataratas del río Lindo aumentaría considerablemente la capacidad generadora disponible y podría abastecer a una fábrica de pasta de importancia.

Es evidente que el consumo interno actual no es suficiente para absorber la producción de una fábrica de pasta y papel de tamaño económico. Transcurrirán muchos años antes de que ello sea posible. Pero de los estudios realizados

se infiere que el país posee cuantiosos recursos de materia prima para la fabricación de celulosa, especialmente en las regiones de Yoro y el lago Yojoa, que deben tenerse presentes en los planes futuros.

5. NICARAGUA

El consumo de papeles y cartones en Nicaragua fue, en 1953, de 2.300 toneladas aproximadamente; es decir, 2 kilos por habitante. En esta cifra se incluyen unas 750 toneladas de papel de diario. La totalidad de los papeles y cartones proviene de importaciones¹ sobre todo de los Estados Unidos y el Canadá. En el país no se han instalado fábricas de celulosa o papel.

Son favorables las posibilidades de Nicaragua para producir celulosa y papel. La zona forestal de coníferas del departamento de Nueva Segovia, con una superficie aproximada de 170.000 hectáreas, podría proporcionar madera de pino de primera calidad; pero las malas condiciones de transporte, la topografía montañosa y la escasez de agua hacen imposible el establecimiento de una fábrica de pasta y papel, por lo menos a corto plazo.

En los distritos de El Cabo y Zelaya hay unas 670.000 o más hectáreas cubiertas de bosques poco poblados de *Pinus caribaea*. En muchos lugares, los bosques han sido muy afectados por los incendios, la mala explotación y el pastoreo. Sin embargo, mediante una administración forestal adecuada se podría obtener materia prima de primera clase en cantidad suficiente para abastecer a una fábrica de celulosa de tamaño económico. El terreno de la región es llano, por lo que sería fácil construir carreteras. Diversos ríos, como el Coco, el Huahua y otros, podrían proporcionar a la fábrica el caudal de agua necesario y servir, al mismo tiempo, como medio de transporte.

Al sur de Zelaya las selvas de especies latifoliadas cubren una zona calculada en más de 6 millones de hectáreas, que actualmente es imposible explotar por la carencia total de medios de comunicación.

No cabe duda de que han de transcurrir muchos años antes de que el consumo de papel y sus productos sea en Nicaragua suficiente para mantener una fábrica de celulosa de tamaño económico. Además, antes de considerar cualquier proyecto basado en los recursos madereros de los distritos de El Cabo y Zelaya, convendrá poner en práctica un sistema eficaz de conservación de bosques, así como adoptar medidas para la reforestación.

COLOMBIA²

Manuel Archila M.

El informe preparado por la Misión Currie, que auspició el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, estimó en 3,26 kilogramos anuales el consumo de papel por habitante en Colombia en el año 1951, y en 6 por ciento la tasa de crecimiento anual del consumo. Según esto, la demanda en 1955 podría ser de 65 mil toneladas, lo que justificaría la creación de una industria papelería nacional.

Como posibles fuentes de materia prima, se consideran las siguientes:

a) algunas especies de las selvas tropicales y semitropicales;

b) el bagazo de caña de azúcar, del que se dispone anualmente de unas 170 mil toneladas (seco) y que hasta ahora se utiliza sólo como combustible;

c) la paja de arroz, cereal cuyo cultivo aumenta en forma

considerable, sobre todo en los departamentos de Tolima y Valle del Cauca, en donde la cosecha es casi continua debido a las condiciones climáticas y a los modernos sistemas de riego;

d) ciertas especies como sauces, eucaliptos, pinos, etc., que en las zonas desmontadas podrían cultivarse artificialmente para abastecer a una fábrica de papel.

El Instituto de Fomento Industrial prosigue en la actualidad un detenido y sistemático estudio de los bosques del valle medio del río Magdalena con miras a establecer una

¹ En 1951 el valor de las importaciones fue de más de medio millón de dólares.

² Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.7.3, que contiene datos geográficos y económicos de Colombia así como estadísticas del consumo de papel.

fábrica de papel y celulosa. La cristalización de este proyecto dependerá de su viabilidad técnica y económica.

Actualmente, la única fábrica en marcha en Colombia es "Cartón de Colombia, S. A."; que utiliza celulosa importada, bagazo y desperdicios de papel. Su producción es de 12 mil toneladas anuales de papel de envolver y de escribir, y 12 mil de cartón. Proyecta incrementar su producción a 36

mil toneladas anuales con el fin de satisfacer la demanda de papeles tipo kraft.

La región azucarera del Valle del Cauca reúne condiciones favorables para la instalación de una industria papelera a base de bagazo, tanto por el hecho de ser rica en carbón, que hace posible la sustitución del bagazo como combustible en los ingenios, como porque la zafra es continua y no estacional como en otras regiones.

CHILE¹

Corporación de Fomento de la Producción de Chile

La industria del papel en Chile, aun cuando satisface el consumo interno en una proporción más importante que la mayoría de los países latinoamericanos, ha alcanzado hasta hoy escaso desarrollo. En los últimos cinco años ha habido que importar el 57 por ciento del consumo de papel de diario y el 15 por ciento del de todos los demás papeles y cartones, así como el 85 por ciento de la celulosa y el 10 por ciento de la pasta mecánica que se emplean en la producción. Esto ha significado la internación anual de 13.700 toneladas de papel de diario, 3.400 de otros papeles y cartones, 26.700 de diversos tipos de celulosa y 1.400 de pasta mecánica. Las cifras medias (1949-53) del consumo aparente y la producción de papel y cartón son las siguientes:

Las dos fábricas de rayón y fibra cortada han aumentado en un 50 por ciento sus importaciones de alfacelulosa desde 1949; la cifra correspondiente a 1953 fue de 3.400 toneladas.

La producción de pasta mecánica se inició en Chile hace varios años a base de madera de pino insigne (*Pinus radiata*). En 1953, la capacidad de producción llegaba a 18 mil toneladas anuales, distribuida entre dos fábricas que la elaboran para su propio consumo.

En el quinquenio 1949-53, el consumo aparente y la producción de pasta se han aproximado a las cifras que se indican a continuación:

PROMEDIO DE CONSUMO Y PRODUCCION DE PAPELES Y CARTONES EN EL PERIODO 1949-53

	Consumo aparente (toneladas)	Producción (toneladas)
Papel de diario	24.000	10.300
Papel de escribir e imprenta	14.600	13.100
Papel de envolver e industrial	18.100	17.900
Cartones	4.200	3.800
Otros papeles no clasificados	2.900	1.600
Total	63.800	46.700

	Consumo aparente (toneladas)	Producción (toneladas)
Celulosa blanqueada	10.700	4.600
Celulosa cruda	17.700	—
Celulosa disolvente	2.900	—
Pasta mecánica	16.600	15.200

La producción nacional de todas las clases de papel y cartón aumentó en los últimos cinco años en un 11,5 por ciento. En cambio, las importaciones decayeron de modo que el consumo aparente ha permanecido constante.

Una sola empresa ha contribuido con el 96 por ciento de la producción total nacional y es la única que elabora papel de diario, de escribir y de imprenta. El resto es aportado por varias fábricas pequeñas, cuya capacidad, salvo dos o tres excepciones, no alcanza a mil toneladas anuales.

En cuanto a la producción de celulosa, sólo hay en el país una fábrica, que elabora la paja de trigo mediante el procedimiento Pomilio o a la soda-cloro y tiene una capacidad de 5.500 toneladas anuales. Toda esta celulosa se blanquea y la emplea la misma empresa para la fabricación de papeles de escribir. La producción de esta única fábrica ha descendido en los últimos años en un 20 por ciento debido a que el empleo cada vez más generalizado de máquinas cosechadoras en los trigales acentúa la dificultad de obtener materia prima. Pero el consumo aparente de celulosa blanqueada casi se ha mantenido constante, debido al aumento de las importaciones.

La celulosa cruda consumida proviene en forma exclusiva del exterior. Salvo alguna oscilación ocasional, se han empleado unas 17 mil toneladas anuales.

Para el año 1960 se estima en 119.400 toneladas la demanda total de papeles y cartones, de las cuales 41 mil corresponderían a papel de diario y 78.400 a otras clases de papel y cartón; la demanda de pasta mecánica se calcula en 45.300 toneladas y en 55.500 la de celulosa para papel. En cuanto a la celulosa disolvente para rayón, se prevé una demanda de 10 mil toneladas.

Chile es un país que está en excelente situación para cubrir la totalidad de sus necesidades actuales y futuras de celulosa y papel, y aun para convertirse en exportador de esos productos. Cuenta para ello no sólo con abundantes recursos fibrosos —6 millones de hectáreas (8 por ciento de la superficie total del país) de bosques naturales de especies latifoliadas de zona templada y extensas plantaciones de *Pinus radiata*—, sino también con aquellos otros elementos indispensables para el desarrollo de tal industria.

Los ensayos realizados revelan que en los bosques naturales del sur de Chile hay varias especies adecuadas para la elaboración de pasta mecánica. Las plantaciones de *Pinus radiata* se han formado en los últimos 25 años especialmente en una zona situada al sur de la región central, de unos 300 kilómetros de largo por 70 kilómetros de ancho y que abarca cerca de 200 mil hectáreas. El crecimiento anual de estos bosques artificiales es de unos 20 metros cúbicos sólidos de madera descortezada por hectárea; como no se presentan problemas especiales en relación con el tratamiento mecánico o químico de tal madera, las plantaciones representan un potencial enorme de producción, que para 1960 alcanzaría a cerca de 200 mil toneladas de celulosa.

Los planes de industrialización prevén el aprovechamiento cada vez más completo de la madera disponible, especialmente la de *Pinus Radiata*. El Banco Internacional

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.7.4, que incluye 15 cuadros estadísticos, 3 mapas y 9 gráficos.

de Reconstrucción y Fomento concedió a una empresa particular chilena un préstamo por 200 millones de dólares, garantizado por la Corporación de Fomento de la Producción, para la construcción de dos nuevas fábricas. La primera, que producirá en definitiva 47.250 toneladas anuales de celulosa blanqueada y sin blanquear y 10.500 toneladas de papel kraft, quedará ubicada en la confluencia de los ríos Laja y Bío-Bío. La otra, en la ribera sur del Bío-Bío, frente a la ciudad de Concepción, tendrá una capacidad de 44 mil toneladas de papel de diario y 6.600 toneladas de cartón por año. Se ha iniciado la construcción de ambas fábricas y se espera que comenzarán a producir en 1956-57.

El aprovechamiento industrial, tan completo como sea

posible, de las plantaciones de pino, significa que dentro de los próximos 15 años se obtendrá una producción anual mínima de 700 mil toneladas de celulosa. Ello requeriría inversiones totales por valor de 200 millones de dólares aproximadamente.

Este plan prevé ante todo la instalación de una fábrica de celulosa para rayón, con capacidad para 60 mil toneladas por año; alrededor de 50 mil toneladas serían para exportación. Según ensayos realizados hasta la fecha, la madera de pino insigne se presta en forma admirable para fabricar este tipo de celulosa, con lo cual se satisfaría una parte de las necesidades crecientes de los países latinoamericanos y europeos.

MEXICO¹

Nacional Financiera, S. A.

México adquiere en el extranjero todo el papel de diario que consume, parte de sus necesidades de pasta química de madera y determinados papeles cuya elaboración requiere una técnica más avanzada. En promedio, estas importaciones ascienden a 290 millones de pesos anuales —unos 23,2 millones de dólares—, cifra que, aunque pequeña para el mercado mundial, es muy significativa para un país como México cuyos recursos son limitados para hacer frente a las necesidades de su desarrollo económico y demográfico. En 1951, estas compras representaron el 4,25 por ciento de las importaciones totales y el 12,5 por ciento del déficit de la balanza comercial.

En los últimos 25 años se han establecido unas 30 fábricas de papel que en 1954 consumieron 105 mil toneladas de celulosa (cruda y blanqueada) y alrededor de 18 mil de pasta mecánica. Mezcladas con desperdicios de papel —adquirido en el país y marginalmente en el exterior—, elaboran todo el papel de envoltura, cartoncillo, papel de escribir y de imprenta que México necesita. Una encuesta directa entre los industriales del ramo reveló que la producción de pasta química se elevó a 51 mil toneladas en 1954. El resto de pasta —54 mil toneladas— se siguió comprando en el mercado mundial conjuntamente con el papel de diario y los que requieren manufactura muy especializada.

Según estimaciones de la FAO y de la Nacional Financiera, S. A., la demanda mexicana de celulosa ascenderá a 118 mil toneladas en 1960. El consumo de papel de diario —cuyo nivel actual es de 70 mil toneladas anuales aproximadamente— llegará a 87 mil toneladas en esa misma fecha. En poco más de un quinquenio, México necesitará alrededor de 30 mil toneladas más de pasta química y 80 mil toneladas de pasta mecánica, que hasta ahora no se produce.

Consciente del efecto de esas compras en su balanza comercial y en su balance de pagos, el país estudia la manera de evitarlo sin caer en los errores de la autosuficiencia. El objetivo consiste en eliminar en el plazo de dos años el déficit actual de 54 mil toneladas de pasta química. Se han construido nuevas fábricas, algunas de las cuales ya quedaron concluidas en 1954 y otras han sido ampliadas o emplean mejores técnicas. En 1956, a más tardar, se estará produciendo un mínimo de 100 mil toneladas de pasta química, cifra que podría llegar a 137 mil si todas las fábricas rinden al máximo de su capacidad. Entre 1950 y

1953, la Nacional Financiera, S. A., otorgó a las nuevas empresas créditos por 245 millones de pesos, o sea unos 19,5 millones de dólares. Por otra parte, el sector privado ha invertido por lo menos una cantidad similar. Si a ello se agrega la inversión realizada por la Compañía Industrial de Atenquique, que inició sus operaciones en 1946, se verá que México ha gastado en una década más de 70 millones de dólares para alcanzar una situación de autoabastecimiento de celulosa cruda y blanqueada.

Sin embargo, quedan dos problemas por resolver: la producción de papel de diario y la de papeles especiales. Respecto al primero se tropezaba con el gran inconveniente del exceso de resina de las coníferas mexicanas. Pero en el sur de los Estados Unidos, donde existen variedades similares a éstas, se ha logrado eliminar la resina y fabricar pasta mecánica de tipo corriente. Después de detenido estudio acerca de los factores referentes a la ubicación, se ha comprobado que la zona forestal de Michoacán, con su centro en Uruapan, reúne las mejores condiciones. Con una inversión de 10 millones de dólares se explotarían sus montes y se establecería una fábrica de pasta mecánica con capacidad para 36.800 toneladas anuales, que, mezcladas con 5.200 toneladas de celulosa, darían unas 40 mil toneladas de papel de diario, suficientes para abastecer el 57 por ciento del consumo actual y el 46 por ciento del estimado para 1960. Para conseguir la autosuficiencia se tienen otros proyectos cuya ejecución está condicionada al desarrollo de la política vial y de electrificación, al incremento del ahorro nacional y a los créditos que puedan conseguirse en el exterior. Si México tuviera los recursos necesarios para explotar todos sus bosques de coníferas, llegaría a convertirse en un exportador de celulosa y de papel de diario. Además, podría competir en el mercado mundial ofreciendo otras materias primas, como el bagazo de caña que la Compañía Industrial de San Cristóbal utiliza con éxito y que en breve empleará una nueva fábrica en construcción en Ayotla.

El promedio de las importaciones de ciertos tipos de papel, cuya producción requiere especialización muy avanzada, asciende a unas 5.660 toneladas anuales (1949-50), por valor de unos 38 millones de pesos. De ellas, sólo podría eliminarse en un futuro próximo el papel celofán, el monto de cuyas importaciones supera los 5 millones de pesos anuales. La firma Celotex, S. A. fabricará ese artículo en Monterrey utilizando como materia prima el alfacelulosa, que elaborará Celulosa Chihuahua, S. A., una de las nuevas fábricas. La construcción de esta fábrica puede considerarse prácticamente terminada.

¹ Versión condensada de la declaración escrita enviada por la Nacional Financiera, S. A. ST/ECLA/CONF.3/L.7.5.

PARAGUAY¹

Frederick H. Vogel,

En el año 1950, el consumo aparente total de papel y cartones se estimó en 1.766 toneladas, de las que 438 correspondían a papel de diario, 465 a papel de escribir y de imprenta, 490 a papel de envoltura y empaque, 73 a cartones y 300 a cartulina y otros papeles no clasificados. La demanda se satisfizo exclusivamente con importaciones.

Para el año 1960, el consumo total se estima en 4.300 toneladas, de las que unas 600 serán de papel de diario y 3.700 de otros papeles y cartones.

El gobierno del Paraguay, reconociendo la importancia de sus recursos forestales en la economía nacional, ha dado especial importancia al estudio de la celulosa y el papel. Por eso ha solicitado asistencia técnica de organizaciones bilaterales e internacionales, a fin de formular un plan de explotación racional de las industrias forestales integradas, que incluye la fabricación de papel y celulosa, así como también la rehabilitación agrícola y ganadera.

Existe un vasto potencial de materias primas en el Paraguay oriental, con sus 7 millones de hectáreas de bosques subtropicales de especies latifoliadas. Estos bosques son prácticamente vírgenes y, según mediciones realizadas sobre el terreno en el Alto Paraná, rinden un promedio de 100 metros cúbicos de madera por hectárea. Hay 100

especies diferentes. Se ha determinado, mediante estudios de laboratorio, que 83 de estas especies pueden utilizarse en cualquier proporción para producir celulosa de carácter uniforme, de tipo comercial.

La ribera paraguaya del Alto Paraná ofrece posibilidades de desarrollo hidroeléctrico muy importantes, aparte de contar con otros factores de consideración, incluso materias primas abundantes, excelentes oportunidades agrícolas, un medio ambiente favorable y accesibilidad a uno de los principales sistemas fluviales de comunicación de este continente.

Aun cuando existen algunos factores económicos desfavorables —escasa población de la zona forestal y desequilibrio en la situación cambiaria—, que han restringido el desarrollo industrial, el gobierno del Paraguay está actualmente muy interesado en superar estos factores adversos, mediante una acción positiva encaminada a fomentar la inversión de capitales nacionales y extranjeros.

Aparte de sus posibilidades en lo que a papel y celulosa se refiere, estos grandes recursos forestales, por su ubicación favorable cerca de los centros de población de América Latina, pueden llegar a tener en el futuro gran significación económica.

PERU²

Ramón Remolina

El Perú consume generalmente 42.500 toneladas de papel, de las cuales se importan 14.500 (34 por ciento) que incluyen la totalidad del papel de diario. De las 28.000 toneladas de papel producido en el país, 22.500 (80 por ciento) se fabrican con bagazo de caña de azúcar, recortes de papel y trapos y para el resto se emplea pasta importada. Con pasta de bagazo de caña se fabrican casi todos los tipos de cartón y papel para envolver, y no sólo se abastecen las necesidades del consumo interno sino que queda, además, un pequeño excedente, que ha llegado hasta 2 mil toneladas anuales y que se ha exportado, de preferencia, a Bolivia, el Ecuador y Colombia.

Se prevé que para 1960 la producción nacional aumentará a 41.000 toneladas y que las importaciones alcanzarán a 21.000 toneladas.

De la producción nacional, es probable que se fabriquen unas 30.000 toneladas (83 por ciento) con bagazo y recorte, y el resto a base de pasta importada.

Para hacer frente a este crecimiento de la demanda, las

fábricas de papel del país efectúan las correspondientes ampliaciones, sobre todo la de Paramonga.

Se importa una gran variedad de papeles especiales, pero el volumen de consumo de cada una es tan pequeño que no se justifica su manufactura en el país. No pasa lo mismo con el papel de diario, el más importante de los productos importados. Por eso, en el proyecto desarrollado por el Banco de Fomento Agropecuario del Perú, se prevé la elaboración de pasta mecánica para papel de diarios utilizando la madera del cético (*Cecropia*) como materia prima.

Otras dos fuentes de recursos celulósicos en el Perú son el bagazo de caña y la paja de arroz. Con el primero es posible fabricar papel de diario, debiendo advertirse que el bagazo disponible anualmente en el país supera las 600 mil toneladas. La paja de arroz no ha sido bien estudiada aún; la producción de este cereal está concentrada en tres valles de la zona norte de la costa peruana. Es posible recolectar unas 400 mil toneladas al año, parte de las cuales podrían destinarse a la fabricación de pasta para papel.

URUGUAY³

Asociación de Fabricantes de Papel y de la Unión Industrial Uruguaya

Los más recientes datos oficiales, completos y fidedignos son los correspondientes a 1949, ya que evidentemente la producción de 30 mil toneladas estimada para el año 1950 representa las posibilidades en ese momento más bien que la cantidad efectiva fabricada por los establecimientos del país. Por eso, a fin de determinar la situación presente (1954), hay que recurrir a las estimaciones de fuentes privadas. Toda proyección de la demanda futura de papel y cartón ha de basarse en datos anteriores a 1950.

¹ El presente texto es un resumen de la exposición que hizo ante la junta el Sr. Vogel, asesor forestal del Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola (Paraguay).

² El presente texto es un resumen de la exposición que hizo ante

la Junta el Sr. Remolina, Subgerente del Banco de Fomento Agropecuario del Perú.

³ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.7.8.

Para el año 1954 se puede calcular en 28.000 toneladas la producción nacional de papeles y cartones, en 20.500 la importación de papel de diario y en 6.500 la de otros papeles y cartones, o sea, un total de 55 mil toneladas, que equivale a un consumo por habitante de 22 kilogramos, de los que 8,2 corresponden a papel de diario y 13,8 a otros papeles y cartones.

La capacidad actual de producción de papeles distintos del de diario es aproximadamente 50 mil toneladas, que dejan un sobrante de 22 mil toneladas anuales con respecto al consumo. Para equilibrar la oferta y la demanda de toda clase de papeles, se proponen las siguientes soluciones:

- a) Llevar a cabo las instalaciones complementarias que se necesitan para fabricar algunos de los papeles y cartones que se importan (papel cristal, papel para cigarrillos, cartulina bristol para tarjetas de contabilidad, etc.). Se espera aumentar en 5 mil toneladas anuales la capacidad para fabricar esos productos, lo que permitirá limitar las importaciones a 1.000 ó 1.500 toneladas.
- b) Fomentar, mediante arreglos con otros gobiernos, la exportación de algunas clases de papel que pueden interesar a otros países (sobre todo a los vecinos), a fin de ayudar a satisfacer sus necesidades inmediatas, por lo menos hasta que amplíen su capacidad de producción. Es imposible prever las cantidades que podrán destinarse a la exportación, ya que ello depende de los arreglos cambiarios pertinentes.
- c) Producir en el país por lo menos un tercio del papel de diario que ahora se consume. Esta solución será la más fácil de alcanzar, siempre que sea posible concluir acuerdos de orden económico y financiero entre el gobierno, las empresas editoriales y los fabricantes de papel; debe tenerse en cuenta, además, que esta

solución estimularía la producción nacional de pasta mecánica, que es la materia prima más importante en la fabricación de papel de diario.

Para estimar la demanda futura de papel y cartón se siguió el método de correlacionar los consumos de papel por habitante con los ingresos por habitante, tomando 2 por ciento como tasa media de crecimiento del ingreso. Resultó para 1960 un consumo de aproximadamente 67 mil toneladas, de las cuales 27 mil corresponden a papel de diario y 40 mil a otros papeles y cartones.

En 1953 se importaron 10.730 toneladas de celulosa y 2.458 de pasta mecánica. Además, se produjeron en el país 3.800 toneladas de celulosa de paja fabricada por el procedimiento a la soda-cloro. Las fuentes de materia prima fibrosa son muy limitadas, y como la pequeñez del mercado no permitiría la instalación de unidades de tamaño económico que pudieran producir los distintos tipos de celulosa que se necesitan, se estima que convendría más al país entrar en un plan de cooperación interlatinoamericana y participar en el desarrollo de algunos proyectos de países vecinos aportando capitales a cambio de la garantía, dada por éstos, de que permitirán la libre exportación al Uruguay de determinada cantidad de celulosa.

Otro es el panorama en cuanto a la producción de pasta mecánica. Las importantes plantaciones de álamo y eucalipto de los últimos años podrían satisfacer fácilmente las necesidades de una fábrica de pasta mecánica con capacidad para 8 mil toneladas anuales, que bastarían para hacer frente al consumo anual de papel de diario y sustituir las importaciones de dicho producto. Recientemente, una de las firmas productoras de papel ha puesto en marcha una interesante instalación para la producción de pasta mecánica oscura, que es particularmente adecuada para la fabricación de papeles de envolver y cartón plegable.

VENEZUELA¹

Corporación Venezolana de Fomento

La elevada cotización de la moneda y la fácil disponibilidad de dólares que caracterizan a la economía venezolana han motivado, en lo que a producción y consumo de papel y cartones se refiere, una apreciable importación de papeles de todo tipo, que a su vez se ha traducido en una falta de incentivo para investigar y desarrollar el empleo de materias primas nacionales. Hasta 1953, Venezuela no producía sino el 15 por ciento —7.718 toneladas— de su consumo de papeles y cartones, en una fábrica que opera a base de pastas importadas y papel de desecho. El consumo en el curso de ese año llegaba a 68.870 toneladas —12,5 kilogramos por habitante—, distribuido como sigue: 20,4 por ciento de papel de diario, 19,3 por ciento de papel de imprenta y de escribir, 15,2 por ciento de papel para envolver, 20,5 por ciento de cartón y cajas y 24,6 por ciento de otros tipos de papel y cartón.

La producción nacional consiste en papel de envolver, principalmente del tipo para sacos de cemento. A principios de 1954 se instaló otra pequeña fábrica en la población de Guacara, cerca de Valencia, que se dedica a la manufactura de papeles higiénicos.

¹ Versión condensada del documento original ST/ECLA/CONF. 3/L-7.6, en el que se incluyen 7 anexos estadísticos, un mapa con la ubicación de ingenios azucareros y 5 gráficos que revelan las tendencias en el consumo de papel y la disponibilidad de bagazo.

Se estima que para 1960 el consumo de papel y cartón alcanzará a 91.200 toneladas (14,3 kg. por habitante).

Aunque Venezuela posee maderas tropicales de especies latifoliadas que pueden emplearse para fabricar papel, las dificultades de su explotación (altos costos de mano de obra y transporte) orientan las posibilidades inmediatas hacia el empleo del bagazo de caña como materia prima para una fábrica de pasta y papel. La Corporación Venezolana de Fomento ha preparado un proyecto que prevé la producción de 13.500 toneladas anuales de papel de las clases siguientes: de escribir e imprenta (3.500 toneladas), papel para sacos multilaminares (5.500 toneladas), papel para envolver (1.000 toneladas) y láminas de cartón corrugado (3.500 toneladas). El costo de la instalación se ha estimado en 20 millones de bolívares. Entre tanto, el sector privado ha constituido una sociedad con un capital de 25 millones de bolívares con objeto de instalar una fábrica de celulosa cuya producción inicial será de 25 mil toneladas por año, la que se ampliará más adelante a 35 mil toneladas. Producirá papel de envolver, kraft, cartón común y cartón corrugado para cajas. En una etapa posterior, esta empresa proyecta un plan para usar como materia prima los recursos madereros del país. No se ha decidido todavía el lugar de emplazamiento de la fábrica.

VIII

Financiamiento del desarrollo latinoamericano de la industria de papel y celulosa

FINANCIAMIENTO DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA EN AMERICA LATINA¹

Documento de la Secretaría

en cooperación con la Comisión Económica para Europa

I. INTRODUCCIÓN

El problema de financiar el desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina es parte del problema más amplio de liberar y obtener fondos que puedan invertirse en todas las ramas de la actividad económica del continente y de orientar su empleo hacia tales inversiones. En numerosos documentos públicos y privados de los últimos años se han analizado las causas y efectos de la crónica escasez de capital en las regiones menos desarrolladas del mundo y, sobre todo, en América Latina. El presente documento no pretende abordar este problema.

Conviene señalar que se habla de escasez de capital en términos relativos con respecto a la enorme necesidad de capital que motiva el rápido ritmo del desarrollo económico. La tasa de inversión en los países de América Latina suele ser más bien alta en su conjunto, siendo la cifra bruta de inversiones de 16 a 17 por ciento del ingreso bruto. Por lo común sólo una fracción de este total —algo así como un cuarto o un tercio— se orienta hacia la industria manufacturera. Por otra parte, tal vez la mitad de esta fracción representa reinversiones y no nuevas inversiones. La industria de papel y celulosa no es más que una de las numerosas ramas de la industria manufacturera en que es urgente la necesidad de desarrollo.

Cabe preguntarse cuán urgente es esa necesidad y cómo puede lograrse el fomento de la industria de papel y celulosa ante la competencia de otros productos y asegurar al mismo tiempo cierto equilibrio. Las respuestas a estas preguntas, todas ellas pertinentes, no encuadran en el presente documento y en verdad variarán de un país a otro, pero tal vez sea posible indicar en forma breve algunas de las consideraciones que han de tomarse en cuenta al adoptar cualquier decisión sobre el problema.

Tales consideraciones son primordial, pero no exclusivamente de carácter económico; se relacionan con la política económica de un país y con las entidades a través de las cuales se aplica tal política, ya se trate de juntas de planificación, bancos centrales, corporaciones de fomento o sistemas fiscales. Es de suponer que, a igualdad de otras condiciones, la afluencia de capital privado se orientará hacia aquellos campos que ofrecen perspectivas más remuneradoras, teniendo en cuenta, naturalmente, los riesgos que ello entraña. Desde este punto de vista, la posibilidad de que la industria de papel y celulosa obtenga el capital que necesita depende totalmente, según parece, del porcentaje de utilidades que ha de esperar en comparación con el que se pueda conseguir en otros campos de inversión.

Sin embargo, esas otras condiciones están muy lejos de ser iguales; lo esencial de la planificación —ya sea que adopte la forma de la más moderada intervención económica o de reglamentación total— es estimular todas aque-

llas ramas de la actividad económica que se consideren de importancia.

La economía de todos los países latinoamericanos es una economía de libre empresa, pero sus gobiernos se preocupan, algunos más que otros, del problema de asegurar que el desarrollo económico se realice en forma ordenada, equilibrada y según un programa determinado. Esto entraña, en primer lugar, la exigencia de determinar un orden de prelación en materia de desarrollo y, en segundo lugar, la de adoptar las medidas necesarias para hacer efectivas esas prelación. Son muchos y muy variados los medios de que se dispone para aplicar un orden de prelación; entre ellos cabe mencionar los siguientes: empresas del Estado, préstamos concedidos por el Estado, préstamos por las instituciones públicas y semipúblicas, tributación discriminatoria, política fiscal, tipos preferenciales de cambio, etc. El grado en que se emplean estos diversos medios varía de un país a otro en América Latina, pero se puede afirmar, sin exageración, que en ninguno de estos países los gobiernos pueden permitir que sus normas de desarrollo se rijan exclusivamente por la forma en que el capital para inversiones afluye cuando se trata simplemente de aquellas empresas que rinden las mayores utilidades. En consecuencia, sería inútil y poco prudente tratar de valorar la posibilidad de obtener el capital necesario para la realización de proyectos en materia de papel y celulosa comparando las probables utilidades que se obtendrían en esa industria con las que es dable esperar en otros campos.

En vez de esa valoración conviene examinar cuáles son las pautas que han de servir de base para determinar los campos de inversión que un gobierno debe patrocinar o estimular y la medida en que la industria de papel y celulosa responde a tales pautas.

Desde un punto de vista ideal, para asignar determinado orden de prelación a un proyecto de desarrollo cualquiera, se ha de proceder a una valoración de la productividad social marginal. Después de un examen acerca de la disponibilidad y ubicación de los recursos materiales necesarios, se estiman los gastos que entraña el proyecto; entre éstos se incluiría el capital fijo (precisando las necesidades en materia de divisas extranjeras), el capital de trabajo (indicando por separado el monto de las divisas necesarias para la importación de materiales, combustible y piezas de repuesto, el pago de técnicos extranjeros y el interés sobre el capital extranjero) y los costos indirectos que no se incluyen en los planes del proyecto, es decir, energía adicional, servicios de transporte y servicios sociales para la comunidad. De la cifra total bruta habría que deducir diversas partidas compensatorias de costos, que generalmente se derivan de los costos indirectos: por ejemplo, es posible que la explotación de una nueva materia prima permita el desarrollo de otras industrias utilizando esta materia u otras que puedan haberse encontrado junto con ella; que los subproductos no previstos en el proyecto original se presten a la realización de un plan de desarrollo asociado; que algunos

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L.8.o.

de los servicios sociales locales desempeñen una función importante no sólo en relación con el proyecto, etc.

Sólo entonces puede compararse el costo neto del proyecto con su contribución al ingreso nacional durante la vida probable de los activos productivos y los gastos en divisas que tal proyecto entraña pueden compararse con la capacidad para aumentar las exportaciones o reducir las importaciones durante ese mismo período. Estos dos criterios permiten comparar un proyecto con otro desde el punto de vista económico y, en consecuencia, determinar un orden de prelación en materia de desarrollo.

Este es el procedimiento ideal, pero en la práctica rara vez es posible aplicarlo. En primer lugar, suele haber un margen de error considerable incluso en aquellas estimaciones que, a primera vista, parecen susceptibles de medición exacta; en segundo lugar, es extremadamente difícil calcular los costos indirectos, y más difícil todavía reducir a cifras los posibles costos compensatorios. Finalmente, en todo intervienen consideraciones ajenas al campo económico que pueden provocar una revaluación de la relación entre beneficios y costos.

Naturalmente, en el presente documento no se tratará de valorar el orden de prelación que ha de asignarse a los proyectos de desarrollo referentes a la industria de papel y celulosa en cada uno de los países de América Latina; únicamente los gobiernos interesados disponen de la información necesaria para hacer tal evaluación. Sin embargo, procede formular algunas observaciones sobre la materia.

En otros documentos presentados a esta reunión se ha incluido información original acerca del capital necesario para fábricas hipotéticamente establecidas en diversas regiones de América Latina, así como acerca de los costos de producción. Estos modelos dan una idea de la cuantía de los fondos necesarios; por otra parte, de ellos se infiere que el 50 por ciento más o menos del capital total requerido tendrá que gastarse en el extranjero. Esta cifra fija un límite inferior a las necesidades de divisas para los servicios del capital extranjero; el superior dependerá de los fondos foráneos que se soliciten para hacer frente a los gastos de establecimiento absorbidos localmente.

A continuación se examinarán los datos referentes a una de las fábricas hipotéticas estudiadas con anticipación a la Junta. Se trata de una fábrica de celulosa con capacidad para 30 mil toneladas por año, que se establecerá en la región de Yucatán y que producirá pasta al sulfato, blanqueada y sin blanquear, utilizando maderas tropicales mixtas. Se estima que para establecer tal fábrica se necesitará en total un capital de 14 millones de dólares, en el que estarán comprendidos el terreno, los edificios, el costo de la maquinaria y de construcción de la fábrica, las inversiones forestales, la construcción de viviendas, la creación de servicios sociales para la comunidad, el costo de inversión correspondiente al período de la construcción y el capital de trabajo. El capital extranjero quizá se obtenga en una proporción de alrededor de la mitad del monto total, es decir, 7 millones. Ahora bien, los cargos fijos provenientes de la inversión, como lo indica el cálculo de costos, ascienden a 43 dólares por tonelada de producto. La fracción que en este costo corresponde a divisas extranjeras es probablemente menor que la mitad (un cálculo razonable serían 20 dólares), puesto que es posible que el capital extranjero destinado a la compra de maquinaria se consiga a un tipo de interés más bajo.

En realidad, la suma de 43 dólares no representa la totalidad de los cargos fijos de inversión, ya que los correspondientes a la explotación forestal se incluyen por separado

en el costo de la madera para pasta, que representa menos de 20 dólares por tonelada; parte de esta suma provendrá también de la compra de equipo en el extranjero. Suponiendo que 7 dólares del costo unitario de la madera para pasta represente intereses y amortización del capital extranjero, la proporción del costo total correspondiente a las inversiones en divisas extranjeras sería de 27 dólares por tonelada de pasta producida. Ninguno de los otros elementos de costo, fuera de los cargos fijos de inversión, provienen de la inversión de sumas cuantiosas en el extranjero. En el ejemplo mencionado todos los productos químicos se conseguirán en la región. Si en el extranjero se obtienen guarniciones para las máquinas, como fieltros, tela de alambre, etc. (2 dólares por tonelada), así como todo el material de conservación y reparaciones (3 dólares), y si se toma en cuenta la mitad (2 dólares) de la partida de gastos imprevisos, la proporción del costo correspondiente a gastos e inversiones en divisas extranjeras llegaría a 34 dólares. Comparando esta cifra con el costo c.i.f. de la pasta al sulfato no blanqueada, se advierte un ahorro de divisas de 100 a 110 dólares por tonelada, que corresponde a un total de 3 millones de dólares anuales aproximadamente. Si se estima en 10 a 15 años la duración de los activos, ello significa que en ese período habrá un ahorro total de divisas de 30 a 45 millones de dólares.

He aquí otro ejemplo. En una fábrica no integrada de papel con capacidad para 60 mil toneladas, establecida en Amapá con una inversión de 40 millones de dólares, la fracción de costo que corresponde a divisas será de 80 a 100 dólares, que a los precios actuales representa una economía de divisas de aproximadamente 100 dólares por tonelada, o sea 6 millones de dólares al año.

Estos ejemplos dan una idea muy general del valor de los proyectos industriales de papel y celulosa como factores de ahorro de divisas. Si se obtuviera una proporción mayor de capital en el extranjero —incluso algún capital que por el riesgo requiriera un rendimiento mayor—, disminuiría el citado ahorro. Como las estimaciones relativas al costo permiten únicamente la aplicación de una tasa de utilidades convencional (12 por ciento) sobre el capital invertido, una parte de cualquier utilidad adicional tendría también que repatriarse.

Sin embargo, las cifras antes citadas revelan el gran valor que tendrán los proyectos en materia de papel y celulosa como medio de reducir las importaciones. Naturalmente, no puede precisarse cómo se compara este valor con el que cabría esperar en otros campos de inversión; y en todo caso, no se debe confiar demasiado en la capacidad de las inversiones en la industria de papel y celulosa para reducir las importaciones totales. A juzgar por la experiencia obtenida en lo que respecta al desarrollo de esa industria en América Latina durante los 20 o 30 años últimos, el efecto principal de toda nueva fuente de producción autóctona no consiste principalmente en sustituir importaciones, sino en permitir que se satisfaga la demanda latente, que hasta entonces no se había cubierto. En vista de los limitados recursos en divisas de que se dispone, en los programas generales de importación se observa cada vez más la tendencia a asignar un alto grado de prelación a los bienes de capital; esto se logra mediante un sistema de cuotas y el establecimiento de límites cuantitativos al volumen de papel que puede importarse o al valor de dicho volumen, permitiendo que los precios frenen la demanda efectiva. En otras palabras, las importaciones de papel y celulosa están ya por debajo del nivel que sería necesario lograr para satisfacer plena y libremente la demanda interna; en consecuen-

cia, el establecimiento de un nuevo proyecto no provocará necesariamente una reducción correspondiente en las importaciones de papel y celulosa, sino que permitirá aumentar el consumo de papel en la región hasta un nivel más adecuado a la etapa de desarrollo cultural y económico que haya alcanzado el país. Es ésta una ventaja evidente que conviene tener en cuenta y que no deben olvidar los gobiernos dedicados a campañas para reducir el analfabetismo y mejorar el nivel de la educación.

El establecimiento de nuevas fuentes de suministro de papel o el aumento de tales suministros en América Latina puede permitir la realización de muchos otros proyectos. Por ejemplo, puede facilitar la instalación de una industria local para la publicación de libros, con todos los beneficios que ello entraña desde el punto de vista cultural, así como de industrias manufactureras de sacos de papel, cartón, cajas de cartón, útiles de escritorio y otras industrias de conversión de papel que no existían antes; puede ofrecer además nuevas posibilidades en las industrias que emplean la madera como materia prima. Se tiene la impresión general de que para explotar bosques tropicales mixtos es esencial integrar las actividades de grupos afines de industrias que emplean la madera (fábricas de papel y celulosa, fábricas de madera terciada, aserraderos, fábricas de planchas de fibra, etc.), de modo que puedan repartirse algunos de los cuantiosos gastos relativos a su desarrollo. Esta opinión no ha sido corroborada por las investigaciones llevadas a cabo con motivo de esta Junta y en todas las estimaciones realizadas sobre la materia se ha calculado sólo sobre la base de papel y celulosa sin tener en cuenta otras industrias forestales, pero no independientemente de cualquier otro proyecto de desarrollo, pues, como se explicó en el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.02, para la ubicación de tales empresas se han elegido lugares que permitirán obtener provecho de los proyectos previstos en otros terrenos. El empleo de este procedimiento se debe en parte a las dificultades técnicas inherentes a la planificación de otros proyectos constitutivos de un grupo integrado de industrias y en parte al hecho de que las inversiones destinadas a la industria de papel y celulosa son muy superiores a las previstas para otras industrias. Por esta razón, muchos de los rubros incluidos en la partida de gastos en los cálculos referentes a papel y celulosa contribuirán a reducir los cargos fijos de inversión para proyectos ulteriores en otras industrias madereras.

En las páginas precedentes se ha tratado sólo de señalar aquellos aspectos del financiamiento del desarrollo de la in-

dustria de papel y celulosa en América Latina que no encuadran en el presente documento y, al mismo tiempo, se han expuesto algunas de las consideraciones que habrán de tener en cuenta los gobiernos al determinar el orden de prelación que se asignará a las inversiones en dicha industria. En las páginas que siguen se tratará, en términos muy generales, de la magnitud del problema, es decir, de la inversión que probablemente será necesaria si se ha de satisfacer en los próximos años el aumento en la demanda de papel en la región a base de utilizar sus propios recursos.

2. MAGNITUD DEL PROBLEMA

En otros documentos presentados a esta reunión se ha señalado: a) que existen condiciones especialmente favorables para el desarrollo de las industrias de papel y celulosa en muchos países de América Latina; y b) que, dada la situación en que probablemente se encuentren en el futuro los suministros en el mundo, será necesario desarrollar la producción autóctona si se desea que el consumo de papel en esos países aumente en una proporción razonable.

Sin embargo, para desarrollar la producción autóctona en la escala deseada, se requerirán cuantiosas inversiones. Es imposible dar cifras muy precisas al respecto, ya que, según se da a entender en el cuadro 1, ello depende de la escala de las operaciones y del tipo de fábricas que intervengan en ese desarrollo.

Cuadro 1

CAPITAL NECESARIO PARA DETERMINADAS FABRICAS DE PAPEL Y CELULOSA DE DIVERSOS TIPOS Y TAMAÑOS
(Millones de dólares)

Capacidad (miles de toneladas anuales)	Fábrica de papel de diarios ^a	Pasta al sulfato (blanqueada)	Fábrica de papel integrada (blanqueada)	Fábrica de papel no integrada
15	—	—	17	8
30	17	18	24	11,5
60	25	27	38	18
90	32	35	53	—

^a Papel de diario, Estados Unidos; todos los demás tipos, proyecto de Yucatán.

No obstante, a base de conjeturas razonables acerca del tamaño probable de los proyectos futuros, así como de la proporción en que serán establecidos como proyectos integrados, se puede llegar a las cifras aproximadas que recoge el cuadro 2.

Cuadro 2

CAPITAL NECESARIO PARA LLEVAR A CABO UN PROGRAMA DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA EN AMERICA LATINA

	Programa				Capital necesario (en millones de dólares)
	Papel de diario (Capacidad anual en miles de toneladas)	Otros tipos de papel y cartón	Pasta mecánica	Pasta química	
Ampliaciones de la capacidad total para 1950-65, si todos los proyectos se realizan. (incluye la capacidad instalada desde 1950 o actualmente en instalación, y cualquier otro proyecto previsto desde la etapa de planificación avanzada hasta la de estudio preliminar)	140	465	190	580	515
Capacidad adicional necesaria sobre los totales precedentes, suponiendo que se mantenga el nivel de las importaciones de papel y celulosa:					
A: si se cuenta con un desarrollo económico mínimo únicamente.	220	375	255	35	220
B: en condiciones de desarrollo favorable.	435	1.000	525	445	800

Así pues, los planes actuales, libremente formulados, entrañan una inversión total de 515 millones de dólares durante el período comprendido entre 1950-65, o sea una inversión anual de unos 35 millones de dólares. Si se logra únicamente un desarrollo económico mínimo, el monto de las inversiones que se necesitaría durante ese período para asegurar un nivel razonable de consumo de papel, sin aumentar las importaciones, será de 750 millones de dólares, o sea casi 50 millones de dólares por año. De alcanzarse un desarrollo económico más favorable, se requeriría una inversión de 1.300 millones de dólares, o sea unos 90 millones de dólares cada año.

En esta cifra queda comprendida la construcción de las plantas industriales y la obtención del equipo necesario, la inversión forestal y la mayor parte de las cuantiosas inversiones concomitantes indispensables para procurarse energía, servicios de transporte, etc.

En todo examen objetivo acerca de los posibles recursos para el desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina se ha de tomar en cuenta el problema de la obtención de capital. En el presente documento no se trata de proponer soluciones determinadas para resolver la cuestión, sino simplemente de proporcionar la información básica y fundamentada necesaria para abordar el problema general del financiamiento de tal desarrollo.

Por lo común la tasa de inversiones en los países de América Latina es más bien alta; la cifra bruta representa el 16 o el 17 por ciento del ingreso bruto, o sea, 7 mil millones de dólares aproximadamente (a los precios vigentes en 1950).¹ De este total, entre el 25 y el 30 por ciento —es decir, 2 mil millones de dólares— está destinado posiblemente a la industria manufacturera. Así pues, las necesidades directas de capital para aumentar la capacidad de producción de papel y celulosa en la escala mencionada representa tal vez el 5 por ciento de la inversión industrial total en América Latina.

A primera vista esta cifra puede parecer moderada, pero conviene recordar que será la que corresponda a la inversión bruta en la industria manufacturera y que la inversión para reposición de equipo industrial representa una proporción importante del total. Además, una gran parte del resto de la formación de capital neto representa aumentos autofinanciados del capital de las industrias existentes. Como en el presente documento se considera sobre todo el financiamiento de nuevas industrias, la cifra con la cual corresponde comparar el capital anual necesario, es decir, 50 a 90 millones de dólares, sería la del monto de capital que anualmente se orienta hacia la industria en forma de préstamos bancarios o de préstamos a largo plazo obtenidos en el mercado de capitales. No se dispone de informaciones fidedignas para hacer tal comparación, pero sin temor a equivocarse se puede suponer que el capital necesario para alcanzar el desarrollo deseado de las industrias de papel y celulosa representa, conforme a este criterio, un aumento muy importante de la demanda de capital procedente de fuentes internas.

Antes de examinar las posibles fuentes de financiamiento conviene enumerar los principales fines a los que tendrá que servir el capital obtenido. En este documento sólo es posible hacerlo en términos generales, pero si se estudia un caso típico se verá que se necesita alrededor del 40 por ciento del total para la adquisición de maquinaria en el extranjero; otro 3 por ciento para la contratación de técnicos extran-

jeros (honorarios de ingenieros y otros consultores, etc.); 10 a 15 por ciento para inversiones forestales (incluso vivienda, pero sin incluir el equipo que queda comprendido en la cifra precedente relativa a maquinaria); 30 a 35 por ciento para edificios y otros gastos, como servicios de transporte y servicios sociales locales, y 8 por ciento para capital de trabajo. Estas cifras reflejan el plan de inversión correspondiente a una fábrica de celulosa de 60 mil toneladas en una región no desarrollada; podrán variar de un lugar a otro y según el tamaño de la fábrica. En el caso de una fábrica integrada de papel se requerirá una proporción mayor del total para la adquisición de maquinaria, que puede ser de hasta 50 por ciento, y una proporción menor para inversiones forestales y otros rubros.

Normalmente se esperará obtener capital interno para cubrir por lo menos los gastos incurridos en la región, algunos de los cuales —inversiones forestales, servicios sociales para la comunidad, transporte, etc.— contribuyen a estimular los empréstitos públicos a tasas razonables de interés, pues constituyen gastos para el desarrollo económico en el más amplio sentido de la expresión.

3. FUENTES DE CAPITAL

El capital interno puede provenir del Estado o de inversionistas privados, y el primero cuenta naturalmente con medios para estimular a los últimos.

El grado en que el Estado participa en las inversiones varía considerablemente entre los diversos países latinoamericanos, aunque en la mayoría de ellos existe al parecer la tendencia hacia la intervención estatal. En la Argentina se iniciará dentro de poco el segundo plan quinquenal y en otros varios países las corporaciones públicas de fomento se ocupan de la aplicación de numerosos proyectos de desarrollo. Entre los más importantes cabe mencionar a México como país en el cual se observa el mayor grado de participación estatal en el plan de inversiones. Desde 1944 a 1952 el gobierno mexicano ha sufragado anualmente los gastos de la inversión total en una proporción que oscila entre el 40 y el 50 por ciento.²

Salvo en uno o dos casos, las inversiones correspondientes a la industria de papel y celulosa no han figurado en el primer plano entre las relativas a industrias que conviene establecer mediante la iniciativa del gobierno en los países no industrializados. Por lo general han tenido prelación otras industrias más básicas, ya sea porque se las considera de importancia decisiva dentro de un equilibrado programa de desarrollo o porque se estima que pueden contribuir a reducir las importaciones o a sustituir las más esenciales. Sin embargo, los gobiernos de la Argentina, el Brasil y México formulan planes para la expansión directa y en gran escala de las industrias de papel y celulosa. Además de ser los que cuentan con los más amplios planes de desarrollo emprendidos por un gobierno, los países mencionados son actualmente los que ofrecen más vastos mercados para la comercialización de papel. La Argentina, el Brasil, Chile y México tienen industrias editoriales muy importantes. Además, los gobiernos de otros países latinoamericanos tienen sumo interés en establecer o ampliar tales industrias. El entusiasmo con que han solicitado el envío de misiones de estudio con arreglo al Programa Ampliado de Asistencia Técnica y la cuidadosa atención que han prestado a los informes correspondientes revela un interés que no es puramente académico. En realidad, cada vez se reconoce más que, por numerosas

¹ CEPAL, *Estudio Económico de América Latina, 1951-52*, p. 87. La situación en esa época era más favorable que ahora; la proporción actual tal vez sea 14 por ciento únicamente.

² CEPAL, *Estudio Económico de América Latina, 1951-52*, p. 87.

razones —algunas de las cuales han sido ya mencionadas en la introducción al presente documento—, no se debe asignar una prelación secundaria a las inversiones en papel y celulosa. Así pues, aunque es inevitable que cada gobierno decida su propio orden de prelación, teniendo en cuenta la situación económica general de su país respectivo, no cabe duda de que en los años venideros los gobiernos se interesarán en la materia mucho más que hasta ahora. Ese interés se traducirá en inversiones gubernamentales directas (o en inversiones por entidades semifiscales) y en el estímulo que los gobiernos ofrecerán al inversionista privado.

Son enormes las dificultades de orden práctico a que hay que hacer frente en América Latina para orientar los ahorros personales hacia la inversión en la industria manufacturera. Aunque existen mercados de capital en algunos de los países más grandes, el campo de acción de tales mercados es muy limitado. Sólo en la Argentina es importante el volumen de las transacciones de valores en relación con los ingresos y las inversiones.

A causa de la falta de mercados de capital bien desarrollados, el financiamiento interno de las empresas privadas tiene que depender, en gran medida, de la reinversión de utilidades —que constituye la forma más directa de efectuar ahorros para hacer inversiones—, así como también de suscripciones de grupos o de préstamos bancarios. A pesar de la gran importancia que tiene en muchos países, la reinversión de utilidades no constituye, por definición, un medio para desarrollar nuevas industrias, y si bien desempeñará una función importante en todo programa referente a la de papel y celulosa, es insuficiente para respaldar la expansión de una pequeña industria en la escala prevista, según se ha indicado.

Hasta ahora, el financiamiento de nuevas empresas industriales a base de recursos internos ha adoptado en su mayor parte la forma de créditos de bancos privados, de bancos especiales de inversión e incluso de bancos centrales. En los bancos comerciales los tipos de interés son elevados, como es de esperar, y la mayor parte de los préstamos se otorgan a corto plazo únicamente, siendo necesario renovarlos con frecuencia. En general es poco probable que las nuevas fábricas de papel y celulosa recurran a ellos sino para obtener su capital de trabajo, que, como se ha visto, no representa más que la décima parte, o aun menos, del capital total requerido.

Sin embargo, la falta de mercados de capital amplios y bien organizados no significa que sea pequeña la posibilidad de obtener capital privado para invertirlo en nuevas industrias. Hay capital privado disponible y puede movilizarse sin necesidad de hacer intervenir a organismos y entidades de países que se encuentran en una etapa más avanzada de desarrollo económico. Varias empresas industriales en gran escala que requerían cuantiosas inversiones de capital han sido financiadas en los últimos años con capital privado interno y a veces se ha contado con la participación de entidades financieras gubernamentales, combinada, en algunos casos, con suscripciones privadas.

Esto significa que existe una reserva importante de capital privado que puede destinarse a nuevos proyectos en materia de papel y celulosa siempre que se encuentre la manera de movilizarlo. Esto es precisamente lo que se podría hacer en los países donde no se siente aún la necesidad imperiosa de contar con entidades financieras modernas y bien organizadas. Generalmente se hace hincapié en el bajo nivel de ahorros por habitante en los países menos desarrollados; pero a menudo no se toma en cuenta que la cifra promedio da una idea menos exacta de la situación total que en lo refe-

rente a los países avanzados, pues las curvas de frecuencia del ingreso y el capital son mucho más pronunciadas, y mucho más acentuada la diferencia en la riqueza. Como corolario de lo anterior se infiere que es mucho mayor la posibilidad de obtener capital acudiendo sobre todo al grupo relativamente limitado de los que cuentan con ingresos elevados.

Los préstamos del Banco Internacional o del Banco de Exportación e Importación de los Estados Unidos constituyen las fuentes principales de capital público extranjero a largo plazo. Para obtener esta clase de préstamos, los proyectos en que serán utilizados deben ceñirse a normas relativamente estrictas en lo que toca a su necesidad para el desarrollo económico. De un total de más de 100 créditos autorizados para América Latina por el Banco de Exportación e Importación entre principios de 1946 y mediados de 1953, dos estaban destinados a la adquisición de máquinas —herramientas y equipo industrial—, dos para maquinaria textil, y otro para una fábrica de material plástico. Había también algunos destinados a fábricas de productos químicos y a la industria pesada, pero casi las tres cuartas partes estaban destinados al desarrollo de la energía eléctrica, a sistemas de transporte o a la minería y la elaboración de metales. En cuanto al valor de los créditos autorizados, la preponderancia de estos tres grupos era aún mayor.¹

Los préstamos concedidos a países latinoamericanos por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento han sido en su gran mayoría para la construcción de plantas eléctricas. Sin embargo, el Banco autorizó recientemente un préstamo importante para llevar a cabo un proyecto referente a la industria de papel y celulosa en América Latina (20 millones de dólares para Chile), y no debe descartarse la posibilidad de que se concedan otras. Si fuera necesario, indicios de esto último pueden encontrarse en los informes de las misiones de investigación enviadas a diversos países por el Banco Internacional a solicitud de los gobiernos miembros. Teniendo siempre en cuenta la situación económica general, estas misiones deben formular recomendaciones sobre programas de desarrollo a largo plazo después de valorar las necesidades relativas de los diversos sectores de la economía y los campos que han de tener prelación en materia de inversiones dentro de cada sector. Muchas de estas misiones han señalado lo insuficiente del aprovechamiento de los recursos forestales y han previsto la inclusión de las industrias de papel y celulosa en un programa forestal bien equilibrado. Si las misiones no han formulado recomendaciones concretas al respecto, ello se ha debido generalmente a la falta de experiencia industrial en lo que toca a la posibilidad de obtener celulosa de materias primas no empleadas corrientemente. En consecuencia, se puede suponer que el Banco Internacional prestará cuidadosa atención a todo plan bien concebido y encaminado a fomentar la industria de papel y celulosa, que forma parte de un programa equilibrado de desarrollo económico general, si tal plan es presentado al Banco acompañado de una solicitud para obtener un préstamo.

Es un hecho bien conocido que desde fines de la guerra la afluencia de capital privado internacional se ha registrado principalmente de los Estados Unidos hacia Canadá y América Latina y del Reino Unido hacia la zona esterlina. Las inversiones privadas netas efectuadas directamente por los Estados Unidos en la América Latina en el período 1950-53 ascendieron a alrededor de 1,500 millones de dólares, de los

¹ Banco de Exportación e Importación de Washington, 16º Informe al Congreso.

cuales 858 representaban reinversiones de empresas norteamericanas. (Véase cuadro 3).

Cuadro 3

INVERSIONES DIRECTAS DE ESTADOS UNIDOS (A) Y UTILIDADES REINVERTIDAS (B) EN AMÉRICA LATINA POR ACTIVIDADES^a

(Millones de dólares)

		1946-49 ^b (Total)	1950	1951	1952	1953
Manufactura	A	90	64	116	80	..
	B	233	49	96	94	..
Comercio	A	93	18	38	11	..
	B	46	12	23	30	..
Agricultura	A	25	7	22	4	..
	B	90	14	15	11	..
Minería y refinera	A	65	29	60	120	..
	B	10	4	48	15	..
Petróleo	A	748	62	31	79	..
	B	106	10	75	137	..
Servicios públicos	A	43	3	7	21	..
	B	58	9	10	11	..
Varios	A	63	7	11	18	..
	B	23	7	9	8	..
Todas las actividades	A	1,027 ^c	47	209	324	93
	B	535 ^c	105	276	305	172

^a Los movimientos de capital netos no incluyen las ventas de barcos a compañías navieras sometidas al control de los Estados Unidos.

^b Las cifras correspondientes no admiten comparación exacta con años ulteriores, pues no han sido revisadas con arreglo al censo de inversiones extranjeras levantado en 1950 en los Estados Unidos.

^c Este total fue revisado ulteriormente y en consecuencia no representa la suma de las partes que lo integran.

Por desgracia, la afluencia de estos fondos se orienta en forma evidente hacia determinados países e industrias. Por ejemplo, del total de 1,4 miles de millones de dólares de inversiones "nuevas" entre los años 1946 a 1950, más de 600 millones se destinaron a Venezuela y otros 180 millones al Brasil; ningún otro país recibió más de 100 millones. Casi el 90 por ciento del dinero destinado a Venezuela y dos tercios del total destinado a América Latina se utilizó en la industria petrolera; la industria manufacturera recibió menos del 10 por ciento (aunque se incluye un 20 por ciento de reinversiones). Sin embargo, en los últimos años se observa un aumento en la proporción de capital destinado a la industria manufacturera; en los años 1951-52 representaba casi un tercio del total, contando tanto las inversiones "nuevas" como las reinversiones. Pero los únicos dos países que recibían sumas importantes de capital para la industria manufacturera eran el Brasil y Chile.

En un informe reciente de las Naciones Unidas, preparado por el Consejo Económico y Social y que trata del movimiento internacional de capital privado,¹ en relación con el análisis sobre movimiento de capital para el desarrollo de la industria manufacturera se señala² que los dos países mencionados, junto con la Argentina —donde en otra época se efectuaron inversiones cuantiosas—, son los únicos que ofrecen un mercado de tamaño suficiente para que sean provechosos los métodos de producción en masa, cuya aplicación requiere capital extranjero.

¹ *The International Flow of Private Capital*, Nueva York, 1954.

² *Op. cit.*, p. 49.

Esta observación, naturalmente, no guarda relación directa con la industria de papel y celulosa, que, una vez sobrepasada la etapa artesanal, se convierte en una industria altamente mecanizada. Viene más al caso preguntarse si el tamaño del mercado interno permitirá el funcionamiento de las fábricas en una escala que la haga económicamente interesante en relación con otras fuentes de abastecimiento. No es fácil determinar el tamaño económico de una fábrica en América Latina. En el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03 de la Secretaría se señalan algunas de las dificultades que se plantean al respecto. Pero en general puede afirmarse que en la América Latina hay por lo menos 10 mercados internos capaces de respaldar la producción de papel y celulosa en fábricas de tamaño económico y que gracias a la demanda creciente habrá probablemente otros países más en los años próximos. Sin embargo —a juzgar por las escasas pruebas de que se dispone al respecto—, parecería que en América Latina no ha habido hasta ahora inversiones de capital extranjero privado de tipo "abstracto" en la industria de papel y celulosa, o que, si las ha habido, son en todo caso insignificantes. Dos razones principales explican tal situación: primera, la industria de papel y celulosa no ha ofrecido utilidades tan atractivas como las que se obtienen, por ejemplo, en la minería y en la industria petrolera; segunda, se trata de una actividad tan especializada que no ha logrado atraer la atención de los inversionistas privados extranjeros.

No puede esperarse que la situación se modifique en forma significativa en un futuro próximo, pero existe la posibilidad de que cierta parte del capital extranjero privado obtenido en las industrias de papel y celulosa en otras regiones del mundo trate de radicarse en América Latina en el campo industrial especial a que está técnicamente vinculado. Dos factores diferentes podrían llevar a este resultado: primero, puede haber algunas industrias —en Europa sobre todo— que, debido a limitaciones internas o externas en el mercado o a la reducción cada vez mayor de los suministros de materias primas, no tengan oportunidades para hacer reinversiones en el país en que están situadas; en consecuencia, sería natural que buscaran salida en el extranjero para este capital en su respectivo campo de actividad. Segundo, varias industrias de papel bien establecidas en países que carecen de recursos para la fabricación de celulosa, y que dependen por tanto de las importaciones de pasta, se preocupan cada vez más de las perspectivas de obtener —en grado cada vez mayor— los suministros de pasta de las fuentes a que siempre han recurrido; tal preocupación puede inducirlos a interesarse en facilitar el desarrollo de nuevas fuentes de celulosa. Esto no es tan extravagante como parece. El capital alemán está ya facilitando en Chile el desarrollo de la producción de pasta de rayón, parte de la cual será exportada con destino a la importante industria de rayón de Alemania Occidental. La industria de papel de Europa Occidental podría esperar un desarrollo semejante después del éxito de los primeros ensayos para obtener celulosa de la explotación de maderas tropicales latinoamericanas.

En el informe que se acaba de mencionar se hace referencia también a una característica sobresaliente de las inversiones en la industria manufacturera que tiene relación con este problema, a saber, que gran parte de las inversiones de capital son inversiones de tipo muy directo, pues se están creando filiales en América Latina por firmas establecidas en los países más industrializados. No todo lo que se dice en el informe se aplica estrictamente a la industria de papel y celulosa, pero no cabe duda de que se trata de una solución sencilla si puede ser aplicada. Simplifica los problemas de autorizar la importación de máquinas y obtener asistencia

técnica y la posibilidad de que, por lo menos en las primeras etapas, la producción no se rija estrictamente por precios de competencia. Por otra parte, no debe olvidarse que las inversiones directas de este tipo obligan al país interesado a incurrir en gastos de capital que, en circunstancias especiales, pueden ejercer presión excesiva sobre la situación del balance de pagos.¹ Durante los últimos años ha sido muy limitado el capital que ha afluído de Europa a América Latina, ya sea en forma de participación directa o mediante la creación de filiales de establecimientos industriales europeos. Sin embargo, conviene mencionar que en un acuerdo franco-brasileño concluido el 24 de abril de 1954, el gobierno de Francia declara entre otras cosas que está dispuesto a permitir que las empresas francesas participen en sociedades brasileñas o que establezcan filiales por su propia cuenta en el Brasil.²

4. CRÉDITOS COMERCIALES

Hasta ahora se ha examinado en términos generales la aportación financiera en favor del desarrollo de la industria de papel y celulosa que puede obtenerse de fuentes internas o importando capital mediante la concesión de préstamos a largo plazo, la participación en el capital en acciones o el establecimiento de filiales de empresas extranjeras. Hay otra forma importante de ayuda externa que merece especial mención, a saber, los créditos facilitados por los abastecedores extranjeros de equipo para la fabricación de papel y celulosa.

Ese crédito puede ser de suma importancia, pues, como se ha señalado ya, el costo de la maquinaria representa, por

¹ Muchos países, especialmente la Argentina, utilizaron gran parte de los saldos extranjeros acumulados durante la guerra para volver a adquirir bienes de propiedad extranjera.

² Véase *Moniteur Officiel du Commerce et de l'Industrie*, N° 1609, p. 1417.

término medio, alrededor del 40 por ciento del capital total necesario; esta proporción puede reducirse a 30 o 35 por ciento, pero tratándose de una fábrica de papel integrada bien puede exceder del 50 por ciento.

En el cuadro 4 se indica el valor de las exportaciones de maquinaria para la fabricación de papel y celulosa procedente de los Estados Unidos, el Canadá y los principales países de Europa y destinadas a América Latina. Se verá que la mayor parte de estas exportaciones provenía de Europa antes de la guerra; después del conflicto, los Estados Unidos han sido el principal abastecedor, aunque en los últimos años la participación de Europa —y sobre todo, de Alemania Occidental— ha aumentado considerablemente. En 1953 más de un tercio de las importaciones totales de maquinaria para la fabricación de papel y celulosa con destino a América Latina procedió de Alemania Occidental. En los cuadros del Apéndice I se ofrece información más detallada al respecto y se indican los países de origen y destino de las exportaciones.

En la aguda escasez registrada en los primeros años de la postguerra, los exportadores de equipo industrial estaban en condiciones de solicitar anticipadamente el pago de una parte del precio del equipo y el del resto al ser embarcada la mercadería o inmediatamente después. Pero esa época ya pasó, y en los últimos años ha reaparecido con mayor intensidad la tendencia, prevaleciente antes de la guerra, a la concesión, por los exportadores de bienes de capital, de créditos para exportación a plazos relativamente largos.

Esta tendencia es fácil de explicar. Con la disminución de la libre corriente internacional de capital a largo plazo después de la primera guerra mundial y, al mismo tiempo, la tendencia a aplicar políticas de inversión más vigorosas en los países menos desarrollados, el problema de la escasez de capital se ha acentuado en casi todas partes y no en menor grado en los países latinoamericanos.

Cuadro 4

EXPORTACIONES DE EQUIPO PARA LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA

(En miles de dólares, a precios corrientes f. o. b.)

País de origen	1938		1950		1951		1952		1953	
	Total	A América Latina	Total	A América Latina	Total	A América Latina	Total	A América Latina	Total	A América Latina
Reino Unido	3.565	—	5.838	456	5.799	655	8.971	1.073	11.514	733
Alemania Occidental	6.277 ^a	861 ^a	2.797	57	8.130	564	16.858	772	19.556	2.416
Bélgica-Luxemburgo . . . . .	..	..	293	—	387	—	850	15	1.105	258
Francia ^b	178	65	1.087	113	1.201	192	1.273	290	..	..
Italia	22	2	375	189	1.048	252	2.061	1.092	1.263	787
Austria	398 ^c	..	49	—	..	..	863	4	2.644	14
Suecia	1.400	8	3.812	371	4.001	277	4.525	149	3.902	518
Finlandia	—	—	—	—	2.028	44	2.087	—	..	..
Total de los países europeos mencionados	11.840 ^d	936 ^d	14.251	1.186	22.605	1.995	37.488	3.395	39.984 ^e	4.726 ^e
Estados Unidos	1.079	334	14.411	1.572	12.982	3.320	18.042	3.811	11.900	2.264
Canadá	—	—	1.098	31	1.059	7	915	69	595	44
Total de los países mencionados	12.919 ^d	1.270 ^d	29.760	2.789	36.646	5.322	56.445	7.275	52.479 ^e	7.034 ^e

FUENTE: *National Trade Statistics*.

^a Alemania en su totalidad.

^b Incluso máquinas y piezas para trabajar la pasta de madera, el papel y el cartón.

^c 1937.

^d Con exclusión de Bélgica-Luxemburgo.

^e Con exclusión de Francia y Finlandia.

^f En los dos cuadros incluidos en el Apéndice I se ofrecen mayores detalles sobre el comercio de equipo para la fabricación de papel y celulosa.

Desde el punto de vista de la política gubernamental de los países menos desarrollados, la posibilidad de importar equipo pagadero en algunos años tiende a mejorar la situación en cierto modo, siempre que la inversión de que se trata pueda en pocos años contribuir a mejorar la situación del balance de pagos reduciendo las importaciones y aumentando las exportaciones.¹ Desde el punto de vista del inversionista privado en los países menos desarrollados, este tipo de crédito en especie suele ser condición indispensable para que el empresario pueda hacer su inversión, pues no se puede obtener crédito interno en cantidad suficiente o, de ser posible, sólo se consigue a tipos de interés que por ser tan elevados serían posiblemente prohibitivos. En todo caso, los tipos de interés serían probablemente más elevados que los que se cobrarían en el país que exporta el equipo.

Para el país exportador, la concesión de favorables condiciones de pago ha pasado a ser un arma cada vez más socorrida en la lucha para obtener mercados extranjeros. Sin embargo, en la mayoría de los casos son muy limitadas las posibilidades de la firma exportadora (o de su banco) para asumir por su cuenta la carga financiera adicional (incluyendo el riesgo) de tales créditos. En consecuencia, en la mayor parte de los países exportadores se han instituido servicios bancarios especiales para la concesión de créditos de exportación.²

Las disposiciones sobre créditos de exportación tienden a ser cada vez más amplias y esto constituye un paso adelante, ya que favorecen por lo menos una afluencia modesta de capital de los países altamente industrializados hacia los menos desarrollados; conviene señalar, sin embargo, que sería preferible que uno o más organismos especializados en la concesión de créditos internacionales a mediano plazo proporcionasen este tipo de crédito y que los precios bajos y la alta calidad de la mercadería determinaran la competencia entre los exportadores para obtener mercados más bien que la concesión de servicios crediticios generosos.

Aunque Dinamarca no tiene gran importancia como exportador de maquinaria para la fabricación de papel y celulosa, cabe mencionar un informe oficial reciente sobre la cuestión de los créditos para exportaciones en ese país como expresión típica de la actitud actual sobre la materia en los países europeos. En el mencionado informe se recomienda la concesión de créditos gubernamentales en favor de países importadores distintos de los de la Organización de Cooperación Económica Europea (OCEE).³ Entre los países que podrían obtener tales créditos se menciona a los de Europa Oriental, a España y a varios países latinoamericanos y se afirma expresamente que "en caso de producirse un descenso en la actividad económica de Dinamarca, puede ser conveniente combatir la depresión mediante la expansión de crédito para exportación y no recurriendo al aumento del crédito para obras públicas o a otros medios convencionales".⁴

Dada la importancia potencial del crédito de exportación en lo que respecta al problema concreto del desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina, en el Apéndice II del presente documento se presenta información adicional sobre las disposiciones vigentes en algunos países europeos.

¹ De no ser así, el crédito comercial de este tipo contribuiría únicamente a prorrogar la situación difícil del balance de pagos.

² Así como disposiciones para garantizar este tipo de crédito.

³ En cuanto a las exportaciones a los países comprendidos en la OCEE, tales créditos no serían, según parece, compatibles con las normas de no discriminación suscritas por los países miembros.

⁴ Véase *Finansstidende*, Copenhague, 11 de junio de 1954, p. 1094.

Hasta ahora, las empresas alemanas, italianas y francesas han revelado estar más dispuestas a conceder créditos a largo plazo que las firmas de los Estados Unidos y el Reino Unido, por ejemplo; típicas de la nueva actitud que se observa al respecto en estos últimos países son las opiniones expresadas por el Senador Homer E. Capeheart, presidente de la comisión senatorial norteamericana sobre cuestiones bancarias y monetarias, al regresar de América Latina después de un amplio viaje de estudio.⁵ En virtud de un proyecto de ley patrocinado por él y ya votado por el Senado, el Banco de Exportación e Importación recobraría su condición de *organismo independiente* y estaría facultado para ampliar sus operaciones. Si este proyecto se convierte en ley, se espera que el Banco encontrará la manera de satisfacer las necesidades de los países exportadores en lo que respecta al financiamiento a largo plazo de las ventas de bienes de capital.

5. CONCLUSIONES

Si la economía de los países de América Latina se desarrolla favorablemente en los años venideros, para lograr en 1965 la expansión de la industria de papel y celulosa en un grado capaz de satisfacer la demanda razonable de papel, sin tener que recurrir a las importaciones en medida mayor que la actual, se necesitará una inversión anual de 90 millones de dólares aproximadamente durante el período comprendido entre 1950 y 1965. Si el desarrollo económico alcanzado es apenas el mínimo previsible, bastará una inversión anual de 50 millones de dólares.

Para llevar a cabo todos los planes actuales encaminados a ampliar la capacidad de producción, incluso aquéllos que están en la etapa preliminar de estudio, se necesitaría una inversión anual de 35 millones de dólares durante ese mismo período. El coeficiente de inversiones actual, así como el de los últimos años, corresponde más o menos a esta cifra.

En vista de las cuantiosas sumas de capital necesario para lograr tal objetivo, cabe preguntarse qué prioridad ha de asignarse a la industria de papel y celulosa en un programa de desarrollo equilibrado. La respuesta a esta pregunta sólo puede basarse en las circunstancias especiales ante las cuales se encuentra cada autoridad nacional encargada de formular programas de desenvolvimiento económico. A primera vista la industria mencionada no parece reclamar prioridad absoluta; no se trata de una industria básica y su capacidad para reducir importaciones es probablemente menor que la de algunas otras industrias manufactureras. Una fábrica independiente de papel o celulosa requiere muy poca mano de obra en relación con el capital empleado, pero en general en todo proyecto sobre papel y celulosa habrá necesidad de hacer inversiones y trabajos de desarrollo forestal y, en consecuencia, se requiere mayor cantidad de mano de obra. De aquí se deriva la posibilidad de desarrollar otras industrias afines que utilizan la madera como materia prima; se crea así un nuevo núcleo favorable al desarrollo industrial, el cual puede formar parte de un programa de aprovechamiento de los recursos naturales. Además, el aumento de la producción interna de papel permite el desarrollo de numerosas y muy diversas industrias de conversión de papel con posibilidades de utilizar mano de obra y de reducir las importaciones en una medida importante. Finalmente, existen motivos poderosos de carácter no económico por los que conviene aumentar la producción de papel.

Hay, pues, razones para esperar que los gobiernos de

⁵ Dadas a conocer en *Export Trade and Shipper*, 19 de julio de 1954, p. 9.

América Latina muestran un interés mayor en fomentar las inversiones en la industria de papel y celulosa. Tal interés puede traducirse en inversiones directas o en la ayuda y el estímulo dados a los inversionistas privados. También puede ser posible obtener sumas adicionales de capital público extranjero. Los gobiernos de América Latina podrían estimular, mediante la adopción de medidas adecuadas, la afluencia de capital privado extranjero. Una manera de lograrlo consistiría en establecer en América Latina filiales de empresas ultramarinas.

El costo de la maquinaria representa la partida más importante en la inversión total; la obtención de equipo ex-

tranjero en condiciones favorables de crédito a largo plazo puede contribuir en grado muy importante al desarrollo de la industria de papel y celulosa en América Latina. Pero puede ser difícil, y tal vez imposible, efectuar en el período mencionado una inversión anual de 90 millones de dólares (que significarían bastante más de 100 millones por año durante los próximos 11 años). Los gobiernos latinoamericanos deben preocuparse seriamente del problema, en vista de que un amplio margen de error provocaría una disminución de los niveles de consumo de papel que podría entorpecer gravemente el progreso material y cultural de América Latina.

APÉNDICE I

Cuadro I

IMPORTACIONES A AMÉRICA LATINA DE EQUIPO PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL Y CELULOSA, PROCESANTES DE DETERMINADOS PAÍSES^a

(En miles de dólares a precios corrientes f. o. b.)

País	1938	1950	1951	1952	1953 ^b
Argentina	250	1.011	582	266	111
Bolivia	—	—	1	—	—
Brasil	73	803	1.951	3.212	4.670
Colombia	42	6	601	813	52
Costa Rica	—	125	56	60	4
Cuba	269	211	92	29	72
Chile	310	62	141	104	131
Ecuador	—	—	—	57	—
El Salvador	—	1	—	12	2
Guatemala	—	11	11	—	—
Haití	—	20	—	—	—
Honduras	—	—	—	—	—
México	21	389	1.545	2.041	1.517
Nicaragua	—	—	—	—	—
Panamá	—	—	—	—	—
Paraguay	—	—	70	—	1
Perú	268	29	94	139	189
República Dominicana	1	—	13	—	—
Uruguay	34	94	103	522	205
Venezuela	2	27	62	20	80
Total para América Latina	1.270	2.789	5.322	7.275	7.034

FUENTE: *National Trade Statistics*.

^a Alemania, Bélgica-Luxemburgo, Francia, Italia, Suecia, Finlandia, Estados Unidos y Canadá, Reino Unido.

^b No se dispone de cifras para 1953 en lo que respecta a Francia y Finlandia.

Cuadro II

IMPORTACIONES DE EQUIPO PARA LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA PROCEDENTES DE DETERMINADOS PAISES, 1952

(En miles de dólares, a precios corrientes, f. o. b.)

Países importadores	Países exportadores											
	Reino Unido	Alemania occidental	Bélgica Luxemburgo	Francia	Italia	Austria	Suecia	Finlandia	Total de países europeos enumerados	Canadá	Estados Unidos	Total de países enumerados
Argentina	20	56	—	—	—	—	100	—	176	—	90	266
Bolivia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brasil	879	376	15	290	477	4	21	—	2.062	68	1.082	3.212
Colombia	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	812	813
Costa Rica	55	—	—	—	—	—	—	—	55	—	5	60
Cuba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	29
Chile	31	57	—	—	—	—	—	—	92	—	12	104
Ecuador	—	—	—	—	57	—	—	—	57	—	—	57
El Salvador	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	12
Guatemala	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Haití	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Honduras	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
México	81	171	—	—	558	—	7	—	817	1	1.223	2.041
Nicaragua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Panamá	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Paraguay	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Perú	1	—	—	—	—	—	12	—	13	—	126	139
Rep. Dominicana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uruguay	1	112	—	—	—	—	9	—	122	—	400	522
Venezuela	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	20
Total para América Latina	1.073	772	15	290	1.092	4	149	—	3.395	69	3.811	7.275
Europa Occidental Estados Unidos y Canadá	4.888	12.595	271	633	686	111	1.651	419	21.254	753	12.628	34.635
Resto del Mundo	3.010	3.010	564	350	383	748	2.725	1.668	12.839	93	1.603	14.535
Total Mundial, 1952	8.971	16.858	850	1.273	2.061	863	4.525	2.087	37.488	915	18.042	56.445
1953	11.514	19.556	1.105	732	1.263	2.644	3.902	..	40.716	595	11.900	53.211

FUENTE: National Trade Statistics.

NOTA: En el caso de Suiza no es posible distinguir las exportaciones de maquinaria para fabricar papel y las de otros tipos de maquinaria.

APENDICE II

DISPOSICIONES SOBRE CREDITO DE EXPORTACION EN ALGUNOS PAISES DE EUROPA OCCIDENTAL

En las notas siguientes se expone brevemente la situación actual en materia de créditos especiales de exportación en seis países de Europa Occidental.¹ Estas notas se refieren al crédito de exportación propiamente dicho y, si bien en casi todos los países de Europa Occidental hay sistemas bien establecidos de *garantía* de los créditos de exportación, tales sistemas no interesan mayormente desde el punto de vista del presente documento; en consecuencia, no se mencionarán de nuevo en las notas siguientes.

1) Alemania Occidental

En Alemania Occidental se facilitan créditos de exportación por conducto del Ausfuhr-Kredit AG (AKA), consorcio establecido en marzo de 1952 e integrado por los grandes bancos regionales y estatales y algunas entidades financieras particulares. Según el reglamento actual, el crédito máximo que puede facilitarse por conducto del AKA es de 870 millones de marcos alemanes; el plazo máximo de los créditos es de cuatro años. Hubo una época en que se cargaban altos tipos de interés, pero últimamente se han reducido al 5 ó 6 por ciento. A fines de 1953, AKA había prometido créditos por un valor total de 573 millones de marcos alemanes, de los cuales 456 millones habían sido utilizados; en consecuencia, no se ha llegado al límite crediticio, es decir, a los 870 millones de marcos alemanes. Del monto total de los créditos concedidos a fines de 1953, alrededor de las cuatro quintas partes estaban destinados a bienes de capital.

En Alemania Occidental se considera que las disposiciones actuales en materia de créditos de exportación son, en general, inadecuadas y los exportadores alemanes están insistiendo en que se reforme el sistema prorrogando la duración máxima de los créditos y aumentando su importe total. Uno de los factores que dificultan la ampliación del mencionado sistema es, desde luego, el gran excedente con que cuenta Alemania Occidental dentro de la Unión Europea de Pagos, el cual obliga a aquélla a conceder a esta última gran parte de sus créditos.

2) Reino Unido

No existe en este país ninguna entidad patrocinada por el gobierno que se dedique a facilitar fondos a los exportadores interesados en proporcionar créditos a los compradores de ultramar; las entidades no gubernamentales de este tipo sólo recientemente han emprendido actividades en tal sentido. Aun cuando se hubiese estimado que las entidades financieras corrientes eran inadecuadas, no habría sido posible conceder crédito a más de dos años plazo, pues el reglamento de cambios vigente hasta hace poco impedía hacerlo; por otra parte, la mitad de los pagos debía efectuarse antes del embarque de la mercadería. En julio de 1952 se aumentó a tres años el plazo máximo de los créditos para bienes de capital con la posibilidad de prorrogar el período a cuatro o cinco años; desde entonces se ha visto claramente que el gobierno está dispuesto a considerar con mayor inte-

rés la concesión de créditos a largo plazo a los importadores extranjeros.

El único organismo oficial especializado en créditos para exportación es el Export Credit Guarantee Department, de la Junta de Comercio. El radio de acción y la importancia de este organismo, establecido en 1919, ha aumentado enormemente desde la guerra y sobre todo desde la promulgación de las leyes de 1949 y 1952 referentes a la garantía de las exportaciones (Export Guarantee Acts).² No obstante, se ocupa principalmente de los seguros contra la mora en que incurren los deudores extranjeros por diversas razones y está autorizado para formular principios cuya aplicación es injustificable desde el punto de vista comercial cuando determinadas transacciones son convenientes por consideraciones de orden político. La función principal del organismo mencionado consiste, pues, en estimular al exportador para que proporcione crédito; no en facilitar fondos.³ Con arreglo a la ampliación de sus facultades, anunciada en el mensaje referente al presupuesto de 1954, dicho organismo puede expedir pólizas de garantía tanto a los bancos que proporcionan fondos como al exportador interesado, y, en consecuencia, está en condiciones de ayudar al exportador a conceder crédito en condiciones que de otro modo gravarían su capacidad normal de prestamista.

Esta modificación de las facultades del Departamento se efectuó inmediatamente después de ser anunciada la creación, en el mes de marzo, de una entidad denominada Manufacturers Finance Company (Compañía de Financiamiento de Exportaciones de Productos Manufactureros) patrocinada por diversas firmas de la industria mecánica, y le restó importancia. El propósito de tal Compañía es liberar al exportador de parte de la carga de facilitar crédito; en otras palabras, ella misma concederá crédito a un comprador extranjero si la transacción está garantizada por el Export Credit Guarantee Department.

Además, las firmas principales cuyo propósito es facilitar créditos de exportación suelen estar vinculadas a una industria determinada, tales como la Air Finance Ltd., o a exportaciones destinadas a ciertos países, como por ejemplo, el Commonwealth Development Finance Co. Ltd.

3) Francia

En Francia, la concesión de créditos especiales para exportación se efectúa mediante la Banque Française du Commerce Extérieur (BFCE), entidad semioficial establecida en 1946. Este banco no concede créditos por sí solo, pero al avalar la letra girada por el exportador con cargo a su propio banco, permite la movilización de estas letras descontándolas de nuevo en el mercado monetario o en el Banco Central.

En un principio, el plazo de los créditos para exportación obtenidos en virtud de este procedimiento no excedía de dos años. A partir de marzo de 1950, el plazo de estos créditos es prorrogable hasta un período de cinco años, siem-

¹ El valor nominal de los créditos garantizados anualmente asciende a unos 400 millones de libras esterlinas; antes de la guerra era aproximadamente de 25 millones.

² En agosto de 1953 el Departamento concedió un préstamo de 10 millones de libras esterlinas al Pakistán, pero se trata de un caso aislado, que se criticó acerbamente.

³ En estas notas se ha hecho amplio uso de un artículo de Emil Csell y Heinz Allenspach, titulado "Langfristige Exportcredite", publicado en *Aussenwirtschaft*, Berna, diciembre de 1953.

pre que los riesgos sean cubiertos por la Compagnie Française d'Assurance pour le Commerce Extérieur.

Además del crédito para exportación propiamente dicho, el BCFE puede también dar su aval respecto de créditos correspondientes al período de producción (de hasta dos años) de los artículos de exportación. Así pues, utilizando estos dos medios de financiamiento, los exportadores pueden obtener créditos para exportación por un plazo máximo de siete años.

4) Italia

Hacia fines de 1953, el parlamento italiano aprobó una ley sobre seguros en materia de créditos de mediano plazo para exportación y sobre cuestiones financieras. La mencionada ley prevé la ampliación de las actividades del Instituto Centrale per il Credito a Medio Termine. (Medio-credito), a fin de que éste se ocupe también de los créditos para exportación, además del financiamiento de la industria italiana, que hasta entonces había sido su única función. El Mediocredito facilitará el comercio de exportación al hacerse cargo del 75 por ciento como máximo del crédito concedido a los exportadores por los bancos especializados en créditos a mediano plazo.¹ El plazo de los créditos para exportación no puede exceder de tres años, excepto en aquellos casos especiales en que la garantía de tales créditos (que tramita una entidad pública distinta) abarca un período de mayor duración.

5) Bélgica

En Bélgica, el financiamiento de las exportaciones se efectúa mediante dos entidades semioficiales: la Société Nationale de Crédit à l'Industrie (SNCI) y el Institut de Réescompte et de Garantie. Estas dos instituciones pueden redescantar los créditos a largo plazo concedidos a los ex-

¹ En Italia los bancos comerciales corrientes no están autorizados para conceder créditos a mediano o a largo plazo.

portadores por los bancos comerciales corrientes y, al mismo tiempo, conceder créditos directamente a los exportadores.

El Institut de Réescompte et de Garantie se hace cargo de las letras de exportación, siempre que éstas sean endosadas por el Banco Central y no excedan de dos años. Este instituto redescuenta créditos para exportación propiamente dichos, así como los destinados a cubrir el período de producción de los bienes de exportación.

La SNCI concede créditos para exportación a un plazo que varía entre dos y cinco años, ya sea redescantando letras o concediendo créditos directamente al exportador. En este caso también las letras deben ser endosadas por el Banco Central. Estos créditos a largo plazo pueden abarcar solamente los créditos para exportación propiamente dichos y no la producción de bienes de exportación.

Así pues, utilizando los servicios de ambas entidades, la industria de exportación puede disponer de fondos durante un período de siete años en total, es decir, dos años de crédito de producción y cinco años de crédito de exportación propiamente dicho.

6) Países Bajos

En junio de 1951 se creó el N. V. Export Financiering Maatschappij, instituto semioficial para el financiamiento de las exportaciones. Cuenta con un crédito de 100 millones de florines obtenido del Banco de Reconstrucción y, además, puede emitir bonos en el mercado de capital y pedir préstamos recurriendo a otros métodos, según sea necesario.

La finalidad del Maatschappij consiste en facilitar a los exportadores créditos a mediano y a largo plazo. Por lo general, el plazo de los créditos es de tres a siete años. Durante el primer año de su existencia, la entidad mencionada concedió créditos por valor de 79 millones de florines, destinados, en su mayor parte, a la exportación de bienes de capital.

PRINCIPIOS BASICOS PARA FINANCIAR LOS NUEVOS PROYECTOS DE PAPEL Y CELULOSA¹

Karl Landegger

1. ECONOMÍA DE DIVISAS

La fábrica de papel constituye una de las mejores inversiones para economizar divisas que puede hacer un país latinoamericano. La construcción de una nueva fábrica de papel en América Latina requerirá una inversión en moneda extranjera aproximadamente igual al valor de su producción de 18 meses. En una fábrica que produzca 15 mil toneladas anuales de papel se invertirán, según sea la calidad del producto, de 4 a 8 millones de dólares por concepto de edificios y equipo, queda además un margen moderado para capital de trabajo. De esta suma, se necesitarán de 2,5 a 6 millones de dólares para la importación de maquinaria y equipo y el saldo se invertirá en gastos locales y capital de trabajo. La cifra más baja se refiere a una fábrica de papel y celulosa sin blanquear que no cuente con energía eléctrica propia; la más elevada se refiere a una fábrica integrada de papel y celulosa blanqueada de alta calidad, que cuente con instalaciones de vapor y energía eléctrica, con una instalación electrolítica, otra para el tratamiento del agua y todos los servicios pertinentes necesarios, una fábrica en donde la materia prima entre por un extremo y por el otro salga el producto totalmente terminado, listo para el consumidor final sin depender para ello de empresas o servicios exteriores.

Las cifras se dan en dólares sólo a modo de ilustración; las divisas comprometidas no tienen que ser necesariamente dólares. En realidad la maquinaria y el equipo tienen que provenir del país que, desde el punto de vista del cambio, pueda suministrarlo sin entorpecer el balance de pagos del país importador.

El valor c. i. f. de la producción anual de una fábrica de 15 mil toneladas de capacidad fluctúa entre 2,5 y 4,5 millones de dólares. Por lo tanto, la maquinaria podría ser amortizada —desde el punto de vista de las divisas— en un plazo de 12 a 18 meses. En otras palabras, dentro de ese lapso la fábrica habrá proporcionado papel (que de otra manera tendría que haber sido importado) por un valor igual al del equipo adquirido en el exterior para la construcción de la fábrica.

2. UTILIDADES

En cuanto a las utilidades, la inversión total en edificios, instalaciones, maquinaria y equipo en general se recupera con las utilidades dentro de 5 a 10 años, lo que depende de las circunstancias, tales como el costo de la instalación, el precio que es dable obtener para el producto, etc.

La industria papelería es lucrativa en todos los países latinoamericanos. En el Brasil, por ejemplo, en 1939 las fábricas de papel tenían en su conjunto 62 máquinas y una producción total de 112 mil toneladas métricas por año. Ese país tiene ahora un total de 137 máquinas y una producción anual aproximada de 320 mil toneladas mé-

tricas; la capacidad real es algo mayor, pero no se aprovecha en su totalidad debido principalmente a las limitaciones de la energía eléctrica. Las inversiones realizadas para la expansión de la industria del papel en el Brasil han sido reembolsadas con creces por la producción. Sólo se ha colocado en la industria una reducida cantidad de capital foráneo nuevo, que se recuperó con prontitud.

Es necesario que las fábricas de papel de los países latinoamericanos obtengan buenas ganancias para atraer capitales que permitan la construcción de nuevas fábricas. Ello es tanto más necesario cuanto que la historia enseña que tal industria tiene que levantarse a sí misma, principalmente con sus propias ganancias.

3. NECESIDAD DE MÁS FÁBRICAS

Actualmente, América Latina tiene un déficit de importación de papel y celulosa cercano a las 897 mil toneladas, de las cuales 275 mil corresponden a celulosa y 622 mil a papel. Ello representa una importación anual por valor de 160 a 170 millones de dólares aproximadamente. Para reemplazar estas importaciones se necesitan unas 20 fábricas integradas de papel con una producción diaria de 100 toneladas cada una. Para reemplazar la celulosa que se importa hoy serán necesarias 10 fábricas de capacidad similar.

Las fábricas totalmente modernas, construídas en forma adecuada, costarían cerca de 10 millones de dólares cada una en el caso de ser integradas y unos 6 millones de dólares en caso de producir pasta solamente. Por consiguiente, la inversión total que demandarían las 30 fábricas sería de unos 260 millones de dólares. Con una inversión equivalente al valor de las importaciones de un año y medio podrían cubrirse las necesidades actuales de la región.

El cálculo anterior se basa sólo en los actuales niveles de consumo. El consumo medio anual de América Latina es de 7,7 kilogramos por habitante. Si sólo aumentara 9 kilogramos por habitante cada año hasta alcanzar casi la décima parte del consumo de América del Norte, entonces se necesitarían unas 50 fábricas de más de 100 toneladas de capacidad.

A medida que mejora el nivel de vida en América Latina y que se elimina el analfabetismo, es de esperar un aumento considerable de la producción en la mayoría de estos países. No cabe dudar que a la industria de papel y celulosa se le presenten amplias perspectivas dentro de los próximos 10 ó 20 años.

4. PASOS PRELIMINARES

En casi todos los países latinoamericanos abunda la materia prima para fabricar papel y por lo general es más barata, por tonelada de papel terminado, que en Escandinavia y América del Norte.

La experiencia ha enseñado que en América Latina las tierras y las materias primas, ya sean bosques de especies latifoliadas o bagazo, paja u otros materiales de fibra corta, se encuentran con relativa facilidad. Sin embargo, es

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.8.1.

necesario financiar en forma adecuada los caminos, edificios, bodegas, etc. con capitales nacionales. Nunca se acentuará demasiado este punto porque el requisito previo para establecer una fábrica de papel y celulosa sólida y económica es encontrar en la región un grupo de personas que tengan suficiente interés y capital para emprender los trabajos preliminares y continuarlos, reuniendo el capital necesario para financiar los gastos internos que demande el proyecto completo.

Muchas de las personas que auspician la construcción de fábricas de papel y celulosa no se imaginan la enorme cantidad de investigación y de trabajos preliminares que hay que llevar a cabo. Es preciso analizar las materias primas fibrosas en laboratorios apropiados y también el agua, el suelo, los combustibles, etc.; estudiar en detalle las facilidades de abastecimiento de los productos químicos y el transporte. En muchos casos será necesario gastar de 30 a 40 mil dólares antes de formular un proyecto preliminar que indique el valor aproximado de las instalaciones y el equipo.

Siempre que la materia prima se consiga a precios módicos y que se disponga de capital suficiente para los terrenos, los edificios y la instalación de la maquinaria y el equipo, es fácil conseguir que los proveedores de maquinaria presten ayuda concediendo créditos a plazo mediano. El monto del pago inicial, el plazo del crédito, etc., varían naturalmente según las circunstancias. Las firmas solventes se complacen en ayudar a las empresas en sus negociaciones con sus propios gobiernos e instituciones bancarias privadas, con los bancos de fomento que existen en la mayoría de los países latinoamericanos, el Banco de Exportación e Importación de América, el Banco Mundial, el Seguro de Crédito de Exportación de Inglaterra, etc. En todas las negociaciones de ese tipo es necesario presentar a las instituciones de crédito un proyecto completo y bien concebido en el que se detallen todos los costos de la fábrica, las estimaciones de costo de la celulosa y el papel que se va a producir, análisis del mercado, etc.

5. ADMINISTRACIÓN

Un requisito importante para contar con el apoyo de las instituciones financieras latinoamericanas es la seguridad de que la fábrica estará en manos expertas. En caso de que un país no disponga de suficiente personal apto para cumplir con esa condición, existen organizaciones europeas y norteamericanas que cuentan con la experiencia necesaria y que aceptarían la responsabilidad de administrar por un período limitado, mientras se especializa al personal local.

También se podría llegar a un acuerdo con las principales empresas productoras de papel y celulosa de Europa y los Estados Unidos, para que proporcionen el personal administrativo por un número determinado de años. Cualquiera de estas medidas asegurará a la fábrica largos años de fructífero trabajo.

Diversas firmas, incluyendo la Parsons and Whittemore Inc., han proporcionado personal administrativo excepcional para algunas de las principales fábricas de América Latina. Con el tiempo, la administración se hace independiente; el personal de trabajo completa su instrucción y acaba por independizarse el funcionamiento completo.

La disponibilidad de divisas puede ser un problema. Por lo general, la realización de un proyecto —ya sea para construir una nueva fábrica de papel o celulosa o para ampliar en forma considerable una ya existente— demora de dos a tres años desde la conclusión del contrato hasta obtener la licencia de importación y el capital necesario.

Prácticamente, en todos los países latinoamericanos la disponibilidad de divisas para la importación de bienes de capital varía de vez en cuando. Mientras que un país determinado puede disponer hoy día de dólares o libras esterlinas, dentro de dos años, cuando se concedan efectivamente las licencias de importación, tal vez no sea posible obtener tales monedas; en cambio puede ser relativamente fácil obtener, por ejemplo, francos franceses o marcos alemanes.

Siempre deben tomarse en cuenta los convenios de compensación que los países latinoamericanos tienen con los países exportadores de equipo. En las etapas preliminares de un proyecto no conviene decidir en forma definitiva dónde se van a adquirir las máquinas. Tanto los promotores de la fábrica como la empresa interesada en su construcción ahorrarán tiempo y dinero si la decisión acerca de las divisas se difiere hasta que el proyecto esté bastante avanzado para discutir con las autoridades los pormenores de la licencia de importación. Sólo entonces podrá la firma constructora adaptarse a la disponibilidad de divisas y, en la medida de lo posible, proporcionará el equipo y la maquinaria en la moneda que el banco central esté dispuesto a asignar en ese momento.

7. CONCLUSIONES

Resumiendo:

1) Los países latinoamericanos tienen gran necesidad de expandir su industria de papel y celulosa.

2) Se ha comprobado que la industria del papel es una inversión lucrativa, tanto para los industriales privados como para las instituciones de crédito, particulares y gubernamentales.

3) Las divisas necesarias para importar las instalaciones y el equipo pueden recuperarse en un plazo de 12 a 18 meses con la celulosa y el papel que se fabrique con el nuevo equipo.

4) Es necesario contar con capital nacional, por lo menos para los terrenos y edificios, la instalación de la maquinaria y el pago inicial de la misma. Siempre que la fábrica tenga un balance favorable, gran parte de la maquinaria puede ser proporcionada a crédito a plazo mediano.

5) Para la obtención del equipo será necesario adaptarse a la situación de las divisas y a los acuerdos comerciales del país en cuestión.

6) Es casi imposible evitar la preparación de un proyecto preliminar antes de formular el proyecto final consignando los costos y precios definitivos. La expansión de la industria de papel y celulosa en América es un hecho. La rapidez de su desarrollo depende de la medida en que se cumplan los principios básicos antes mencionados.

PERSPECTIVAS PARA LA RADICACION DE CAPITALES EN LA INDUSTRIA PAPELERA ARGENTINA¹

Confederación Nacional Económica de la República Argentina

Desde hace muchos años se ha considerado a la Argentina como uno de los países mejor dotados para desarrollar una importante industria de papel y celulosa. Fundamentan esa opinión el consumo creciente de estos productos y las grandes posibilidades que tiene el país para producir la materia prima necesaria. Dos de las principales regiones boscosas son: el delta del Paraná, en donde crecen en forma extraordinaria especies muy aptas para la fabricación de papel y celulosa como álamos, sauce-álamos y algunos pinos, y Misiones, en el noreste del país, donde se desarrollan con gran rapidez el pino Paraná y el eucalipto, especies ambas de primordial importancia para tal fin.

El consumo total del país en papel y cartón se estimó en 1951 en unas 450 mil toneladas. Esta cifra no representa el consumo normal; refleja más bien un abastecimiento restringido todavía.

A pesar de ello, la industria papelera argentina es relativamente menos importante que la de algunos otros países latinoamericanos. Su capacidad de producción permite satisfacer aproximadamente sólo el 60 por ciento del consumo total de papel, y algo más del 30 por ciento de las necesidades de celulosa de la industria; es decir, casi el 20 por ciento de las necesidades totales del país. La dependencia de fuentes extranjeras para el abastecimiento de papel y sus materias primas ha venido frenando el consumo interno, hecho especialmente notable en el caso del papel de diario, cuyo consumo ha disminuído fuertemente en los últimos años. Según previsiones acerca de las necesidades futuras, se ha calculado que la capacidad de la industria papelera argentina podrá ampliarse hasta producir 441 mil toneladas de papel en 1955, 719 mil en 1960 y 1.103 miles en 1965.

El consumo normal de papel de diario se estima en más de 200 mil toneladas anuales. La capacidad de producción del país no excede de 25 mil toneladas; el saldo debe ser importado.

El segundo plan quinquenal ha previsto una serie de medidas destinadas a fomentar el desarrollo de la industria de papel y celulosa. Esas medidas no excluyen la participación del capital extranjero; más bien la hacen indispensable. Las cuantiosas inversiones que requiere la industria, el tipo de maquinaria que necesita, etc., justifican esa colaboración financiera, a la vez que las posibilidades de desarrollo ofrecen interesantes perspectivas para el capital extranjero. Los recursos de la Argentina en materia prima celulósica son limitados en relación con las necesidades del consumo actual. Las únicas fuentes importantes de materia prima de coníferas para pasta química son los bosques de pino Paraná, en la provincia de Misiones, cuya extensión es reducida. Pero, por otro lado, y esto es realmente importante, el país presenta condiciones excepcionales para la plantación de bosques artificiales de rendimiento extraordinario que asegurarían a la industria papelera nacional un porvenir brillante. En las zonas del Delta y en la provincia de Misiones, el

rendimiento de madera por hectárea y año llegan a la cifra de 15 y hasta de 30 metros cúbicos.

En los últimos años la industria papelera nacional ha tenido un interesante desarrollo; el total de la capacidad mecánica de producción de los 53 establecimientos existentes se estima en unas 300 mil toneladas, capacidad que todavía no ha sido lograda, debido a que muchas de las instalaciones son muy recientes.

La limitación fundamental para la expansión de la industria papelera nacional ha sido, y sigue siendo, la falta de las materias primas que necesita. Son escasos los bosques de coníferas apropiadas para fabricar la pasta química; se han presentado dificultades para difundir el uso del bagazo y, por otra parte, es limitada la posibilidad de emplear la paja de trigo.

Es de gran importancia el potencial argentino en fibras de maderas de especies latifoliadas, de bagazo y paja. La provincia de Misiones, con 2,3 millones de hectáreas de bosques, presenta una superficie explotable de 1,5 millones de hectáreas en la que, según estimaciones, existen cerca de 150 millones de metros cúbicos de madera en pie. Suponiendo que un 30 por ciento se destine a usos más lucrativos, se dispondría de unos 63 millones de toneladas para la fabricación de celulosa.

Si se extrae madera a razón de 1,8 millones de toneladas por año, esos bosques pueden dar lugar a una producción anual de celulosa de 810 mil toneladas. Tomando como base una distancia promedio de 30 kilómetros a la fábrica, el costo de esta materia prima entregada puede estimarse en 90 pesos argentinos por metro cúbico.

Hay otras tres zonas que ofrecen buenas posibilidades; se trata de 5 millones de hectáreas de bosques en Salta, donde las 500 mil hectáreas que se encuentran en explotación contienen 35 millones de metros cúbicos de madera; 1,2 millones de hectáreas en Tucumán, donde hay 200 mil hectáreas en explotación, de las que se obtendrán 14 millones de metros cúbicos, y un millón de hectáreas de bosques en Jujuy, con 21 millones de metros cúbicos en las 300 mil hectáreas que se han empezado a explotar.

En cuanto al bagazo y a la paja de trigo, se estima que podría destinarse una cantidad suficiente de estos residuos para asegurar la producción de 59 y 94 mil toneladas de celulosa, respectivamente; la producción actual es sólo de 3 mil toneladas de pasta de bagazo y 24 mil de celulosa de paja por año.

Así pues, es inmenso el potencial de materias primas de la Argentina. La necesidad urgente de utilizar tales recursos está expuesta con acierto en el estudio de la FAO y la CEPAL intitulado *Posibilidades de desarrollo de la industria de papel y celulosa en la América Latina*, en el que se señala que América del Norte representa actualmente más del 60 por ciento de la producción mundial y se hace notar que "cualquier cambio que altere el equilibrio entre la oferta y la demanda de dicha región puede tener serias repercusiones en el mercado internacional de papel y celulosa. Los

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.8.2.

precios de estos productos son muy sensibles a las condiciones del mercado mundial y en períodos de inflación pueden crear grandes dificultades a los países que dependen de las importaciones, sobre todo si existe escasez de divisas. Por lo tanto, si América Latina quiere satisfacer sus necesidades crecientes en esos productos, sin dificultades ni interrupciones, necesita forzosamente disminuir en forma notoria su dependencia de la importación”.

Algunos planes formulados en años anteriores para establecer industrias de papel en la Argentina no han sido bien concebidos, o se han basado en la dependencia total o parcial de la pasta importada, o, previendo la utilización de materia prima nacional, no han tomado en cuenta la necesidad de obtener suministros en forma continuada. Los actuales planes del gobierno para desarrollar la industria de papel y celulosa en la Argentina están libres de tales objeciones; en ellos se acentúa la necesidad de sistematizar el aprovechamiento de recursos y el carácter permanente de los suministros de materias primas.

Por Ley 14.222, el gobierno argentino ha establecido un régimen especial destinado a facilitar la afluencia de capitales extranjeros. El artículo 1º de dicha ley dispone lo siguiente: “Los capitales procedentes del extranjero que se incorporen al país para invertirse en la industria y en la minería, instalando plantas nuevas o asociándose con las ya existentes para su expansión y perfeccionamiento técnico, gozarán de los beneficios que concede la presente ley”. Por el artículo 2º se establece que: “A fines del artículo anterior, los capitales extranjeros podrán ingresar al país bajo forma de divisas o bajo formas de maquinarias, equipos, herramientas y otros bienes productivos necesarios para el desarrollo integral de la actividad a que se dedicará el inversor”. El artículo 6º dice: “A partir de los dos años de la fecha en que la inversión extranjera haya sido inscrita, el inversionista tendrá derecho a transferir al país de origen utilidades líquidas y realizadas provenientes de la misma inversión hasta el 9 por ciento sobre el capital registrado que permanezca en el país en cada ejercicio posterior anual”.

Por el artículo 12 se establece que: “Al autorizar el Poder Ejecutivo el ingreso al país de cada inversión podrá: a) Eximir total o parcialmente del pago de los derechos de aduana a los bienes físicos que se incorporan al país; b) Declarar de interés nacional a la nueva actividad que se incorpore al país y aplicar a su favor las medidas de fomento y defensa previstas en la ley del 5 de junio de 1944 de Fomento y Defensa de la Industria”.

Cabe hacer notar que la industria de papel para diarios fue declarada de interés nacional en 1954, por lo cual puede acogerse a los beneficios de ciertas medidas de protección, por ejemplo, las derivadas del establecimiento de cuotas de importación para los productos importados y de la imposición de derechos adicionales de fomento sobre importaciones que amenacen competir con el producto nacional.

Estas medidas preferenciales, unidas a la situación ya descrita, aseguran a la industria de papel argentina un campo excepcionalmente propicio.

En opinión de la Confederación General, es de suma importancia que los que hayan visto y aquilatado las posibilidades del país, traten de desarrollarlas simultáneamente en el campo de la producción de materias primas y de la producción industrial, creando bosques o promoviendo su ordenamiento y aprovechamiento racional e instalando y desarrollando industrias conforme a los niveles más altos posibles de eficiencia funcional. Dada la cuantía de las inversiones que ello entraña, habrá que tomar todas las precauciones del caso; en los planes correspondientes no sólo convendrá determinar con exactitud las fuentes de materias primas, sino también otros factores fundamentales, a saber: suministro de agua, energía, combustible, productos químicos, posibilidades del mercado interno, posibilidades de exportación, transporte, etc. La Confederación Nacional estima que compartirán sus opiniones todos aquellos que se hagan cargo de que las soluciones temporales que desconozcan los requisitos del desarrollo racional y duradero crearán a la larga problemas más graves que aquellos que se proponen resolver.

EL FINANCIAMIENTO DE LAS EMPRESAS DE PAPEL Y CELULOSA EN LOS ESTADOS UNIDOS. PUNTOS DE VISTA DE UN BANQUERO COMERCIAL¹

A. Newell Rumpf

La industria del papel en los Estados Unidos, fundada en 1690, es mucho más antigua que algunas de las que la sobrepasan en importancia; ocupa el sexto lugar entre las principales industrias norteamericanas, y el capital invertido y las ventas anuales alcanzan casi los 7 mil millones de dólares. Los diversos sectores de la población del país emplean los productos de dicha industria en proporción cada día mayor. Por otra parte, los progresos tecnológicos y el mejoramiento del nivel de vida han ampliado el mercado de los productos papeleros en las más variadas actividades comerciales y de consumo.

La buena marcha de la industria del papel depende del abastecimiento adecuado de madera, agua y celulosa, elementos que condicionan su situación geográfica. Sin embargo, en el curso de los años ha habido cambios sustanciales en la ubicación y producción de las fábricas, las que, después de haber estado concentradas en los estados del noroeste, se desplazaron hacia el oeste por la parte septentrional del país. Entonces la producción consistía principalmente en papel de diario, de libros y papel fino de escribir. Durante las dos últimas décadas se han desarrollado extraordinariamente las instalaciones industriales en los estados del sur, en los cuales la abundancia de recursos en coníferas facilita la producción de papeles kraft y cartones. Desde el punto de vista del volumen de producción, el papel kraft —utilizado para envolver, para sacos y cajas de embarque— constituye actualmente el sector principal de la industria. Recientemente se han instalado también en el sur algunas fábricas de papel de diario.

El cuadro siguiente refleja el crecimiento de la producción y del consumo de papel en los Estados Unidos:

Año	Producción		Consumo	
	(Miles de toneladas)	(Miles de toneladas)	(Miles de toneladas)	(kilogramos/habitante)
1899	2.168	2.168		26
1919	5.966	6.253		54
1939	13.510	15.949		110
1945	17.371	19.665		128
1950	24.377	29.013		173
1953	26.459	31.323		178

FUENTE: Oficina del Censo de Estados Unidos; American Paper and Pulp Association.

Las utilidades de la industria del papel han variado mucho, pese a fluctuaciones relativamente pequeñas en el volumen de la producción, y la competencia durante los períodos de escasa demanda se ha reflejado en la reducción de precios. Durante la depresión económica de la década de 1930-39, el exceso de bonos y acciones preferentes acentuó los problemas derivados de la intensa competencia de precios y muchas compañías experimentaron dificultades financieras.

¹ Versión ligeramente condensada del documento original ST/ECLA/CONF.3/L.8.4.

Aunque la industria del papel ha tenido sus malos momentos que fueron consecuencia, en su mayor parte, de la ampliación excesiva de la capacidad y, en algunos casos, de la falta de conocimientos por parte de algunos industriales, una comparación estadística revela que los períodos de descenso no se debieron a que las fluctuaciones de la industria papeleras fueran mayores que las de los negocios en general o las de otras industrias. Durante la última guerra la producción de papel mermó por el tardío reconocimiento de su aportación al esfuerzo bélico. En consecuencia, la expansión de que fue objeto después de la guerra excedió a la de muchas otras industrias. La experiencia de los últimos años tiende a confirmar la creencia de que la industria de papel ya no está sujeta a las amplias oscilaciones cíclicas que la caracterizaron en el pasado.

En los últimos años, la producción se ha acercado a la capacidad nominal, y durante algún tiempo fue superior a ella. Recientemente, como ya se ha dicho, la capacidad de producción ha aumentado en forma importante, a pesar de lo cual la industria ha tenido un índice total de utilización que es favorable.

La rentabilidad de las inversiones de los accionistas en las compañías de papel y productos afines (descontados los impuestos) puede compararse favorablemente con la de otras industrias. Los estudios realizados por la Comisión Federal de Comercio, basados en los datos de 9 mil compañías industriales de los Estados Unidos, indican que su rentabilidad media en el primer trimestre de 1954 fue de 18,5 por ciento sin descontar los impuestos. En el mismo período, la cantidad correspondiente a la industria papeleras fue del 20,3 por ciento.

Es sabido que la industria del papel exige cuantiosas inversiones fijas en instalaciones y equipo que redundan en grandes gastos generales. En el curso de los años, estas elevadas inversiones provocaron a veces el retraimiento de financiadores e inversionistas. Según informes fidedignos, la inversión en la industria de papel y celulosa puede llegar hasta 100 mil dólares por tonelada de producción diaria de pasta y alrededor de 70 mil tratándose de papel. Las inversiones fijas en relación con cada empleado bordean los 20 mil dólares. Por consiguiente, cualquier establecimiento nuevo exige un largo y cuidadoso planeamiento y un minucioso estudio de quienes faciliten el dinero.

Es evidente que una industria que ha incrementado su capital total desde 2,9 miles de millones en 1945 (según datos de la American Paper and Pulp Association) a 7,07 miles de millones a fines de 1952, necesitó del financiamiento bancario. El incremento del capital corresponde a utilidades no distribuidas, emisión de acciones y crédito. Este último ha sido proporcionado en gran parte por los bancos independientes, aunque algunos organismos federales, como la Reconstruction Finance Corporation también han facilitado préstamos que después fueron refinanciados por los bancos y las compañías de seguros.

Las estadísticas disponibles revelan que la relación entre

la deuda consolidada y el activo total ha aumentado considerablemente durante los años de postguerra.

El gerente de una fábrica de papel que busca nuevos capitales se encuentra ante el dilema de emitir acciones, obtener un empréstito o combinar ambas posibilidades. Se da cuenta de inmediato de que puede obtener préstamos a un tipo de interés relativamente ventajoso, y con una tasa de imposición normal de 52 por ciento, el tipo de interés de un 4 por ciento se reduce materialmente al hacerse el cálculo después de pagado el impuesto. Las acciones preferentes costarán por lo menos un 4,5 por ciento, y probablemente mucho más, a menos que se combinen con un sólido fondo de amortización o que puedan convertirse en acciones comunes. Cuando el gerente se interese en vender las acciones comunes, deberá encargarse de ello a una compañía de gran prestigio si es que quiere obtener para dichas acciones un mercado inmediato a un precio superior a ocho veces la ganancia por acción.

Una compañía que desee conseguir el capital necesario para sus operaciones normales o para mejorar y ampliar la fábrica, generalmente consulta a un banquero inversionista o a uno comercial. Cada uno de ellos cumple su función específica; rara vez se interfieren y, en vez de competir se complementan. El banco de inversión se dedica principalmente a conseguir capital por acciones y a largo plazo. El banco comercial concede, sobre todo, crédito a corto plazo según la situación financiera de sus clientes tal como se refleja en los balances correspondientes.

Un banco comercial siempre desea emplear su capital y sus depósitos en compañías bien administradas, con ingresos estables y con posibilidad de evidente crecimiento. Durante las dos últimas décadas, a la industria papelera que tiene tales características, no le ha sido muy difícil financiarse en parte mediante préstamos bancarios.

Los préstamos bancarios se han dividido en las siguientes categorías:

- 1) Préstamos a corto plazo, para atender necesidades de capital de trabajo o estacionales. Generalmente estos préstamos no requieren garantía aunque, a veces, ante una situación financiera precaria, se ha solicitado la garantía de existencias, documentos por cobrar o activo fijo.
- 2) Créditos rotatorios, que efectivamente proporcionan la seguridad de disponer de créditos por un período aproximado de dos años. Estos créditos se formalizan por medio de un convenio en virtud del cual el banco se compromete a facilitar al cliente una suma determinada de dinero a un tipo de interés convenido, que se aplica sobre los créditos efectivamente utilizados. El prestatario se compromete a pagar un derecho —que suele ser 0,5 por ciento al año— sobre la parte del crédito no utilizada. Este sistema permite al prestatario realizar un plan de ampliaciones, sabiendo que las sumas requeridas están disponibles. Muchos de estos créditos rotatorios son convertibles en préstamo a medio o largo plazo.
- 3) Los préstamos a plazos desde más de un año hasta un máximo de cinco a siete y, rara vez, hasta diez, se obtienen mediante un convenio formal y pueden ser con o sin garantía. En el primer caso, comúnmente adoptan la forma de hipoteca sobre el activo fijo. En el segundo, el prestamista tiene principalmente como garantía un convenio contractual sobre el capital de trabajo. En otros convenios se establece el pago de dividendos únicamente sobre las ganancias, en virtud de cláusulas que

inmovilizan el activo neto y que impiden que se den bienes en garantía.

Estos últimos préstamos son similares en todo a los que conceden los prestamistas a largo plazo, principalmente las compañías de seguros. En muchos casos, el banco comercial acepta vencimientos más cortos a bajo tipo de interés, mediante un acuerdo concertado con un prestamista a largo plazo, con quien el período de vencimiento puede llegar a 25 años.

Prácticamente todas las compañías papeleras —con la única posible excepción de la más importante, la International Paper Company— han recurrido durante los 10 últimos años a una de las fórmulas de préstamo mencionadas.

Los préstamos de la mayoría de los fabricantes de papel se circunscriben a los 50 principales bancos de los Estados Unidos. Estos bancos siguen la práctica acostumbrada de dividirse los préstamos con otras instituciones similares, a fin de repartir los riesgos. En el curso de los 20 últimos años, la experiencia de los bancos en lo que respecta a préstamos a la industria papelera ha sido en general satisfactoria.

El banquero tiene un producto que ofrecer; se trata del crédito, algo tan intangible como es de imaginar. El crédito —el préstamo es una de sus formas— es también un elemento de vital importancia en la economía y ha hecho posible el extraordinario desarrollo industrial de los Estados Unidos. Toda la estructura del comercio moderno descansa sobre el crédito, y los bancos son los organismos a través de los cuales circula la mayor parte de este crédito.

Los bancos deben interesarse en servir a sus clientes para el éxito de sus operaciones. La concesión de préstamos es una forma de servicio y el interés que devengan es necesario para el pago de gastos generales y sueldos, así como para mantener la estructura sobre la cual descansan las operaciones bancarias. Al contrario de lo que muchos piensan, los bancos se interesan activamente en facilitar préstamos. Aunque parezca extraño, los préstamos sin garantía son los más convenientes para el banco, porque requieren menores gastos de administración. Inclusive cuando concede a una firma un préstamo con garantía, el banquero espera con ansia el día en que pueda eliminarla. El banquero no hace un favor al cliente cuando le otorga un crédito, sino que se limita a cumplir su función.

¿Cuál es, a juicio de los banqueros, la base para sus deliberaciones y decisiones en materia de concesión de créditos?

1º *La personalidad y la aptitud del empresario.* Las determina el trato con las personas que tienen la responsabilidad de dirigir la empresa, así como los antecedentes respectivos. Aunque se trate de asuntos de apreciación personal, las operaciones realizadas con el banco pueden constituir una medida de evaluación. Una organización bien constituida, con personal capacitado a la cabeza de cada una de sus secciones, representa un factor de importancia. Es esencial saber si hay controversias de orden interno y, en ciertos casos, averiguar si el control de los accionistas lo ejerce la gerencia.

2. *Financiamiento.* Un informe financiero consta de varias partes. El activo puede dividirse en dos clases principales: realizable y no realizable. El primero es, a su vez, realizable a plazo corto, como el dinero y las cuentas por cobrar, las existencias, los valores mobiliarios liquidables, el valor de rescate de los seguros de vida, y aquellos que no son líquidos ni forman parte del capital circulante, es decir, inversiones fijas, como maquinaria, instalaciones o terreno, que son en general inversiones permanentes para el funcionamiento continuo de la empresa. Este último tipo de

activo, aunque imprescindible en el negocio, no valoriza mucho el informe para los efectos del préstamo a corto plazo, excepto, tal vez, como base para determinar que no es desproporcionado en relación con el capital invertido. El capital no realizable, como el término indica, comprende generalmente el crédito y la clientela (aunque a veces pueden tener determinado valor en el caso de una venta) y los gastos diferidos o pagados con anticipación, como la publicidad, los seguros, y posiblemente otros rubros.

3. *Operaciones.* Los banqueros se interesan, por cierto, en conocer los estados de pérdidas y ganancias correspondientes a un período de varios años. Si la situación de una compañía es distinta de la tendencia de la rama industrial a la que pertenece, hay que tener mucho cuidado. El progreso, o el estancamiento, se reflejan, además, en el estudio de la situación del activo neto en años sucesivos. Otros factores, en relación con este rubro, serán la buena marcha de la fábrica, las operaciones comerciales y bancarias, los gastos generales, el sentimiento de seguridad de la organización y las relaciones entre capital y trabajo.

4. *Perspectivas.* Son importantes el grado en que el producto es esencial y el lugar que ocupa la compañía entre los competidores. La proyección de las operaciones, inteligentemente concebida, constituye un elemento valioso para analizar el crédito. En este caso, los banqueros deben examinar también los desembolsos de capital o los planes de ampliación de la fábrica y tener la seguridad de que se cuenta con recursos financieros para realizarla. Son aspectos fundamentales de dicho estudio el aumento eventual de la producción y la posible ampliación de las ventas, sin merma de las utilidades.

La industria de papel y celulosa en los Estados Unidos reúne todas las características apropiadas para ofrecer garantía a los préstamos que se le otorguen. Aunque puede haber períodos de asimilación durante los cuales haya que reajustar algunos préstamos, el crecimiento de la población, y las nuevas aplicaciones y carácter fundamentalmente esencial del producto garantizan la inversión. Los bancos comerciales no sólo están dispuestos a participar en estos proyectos, sino que tienen vivo interés en esa participación.

IX

Tema especial sobre papel de diario

EL PROBLEMA DEL PAPEL DE DIARIO¹

Documento de la Secretaría

El problema del papel de diario en América Latina ha sido abordado en muchos de los documentos presentados a la reunión. El objeto del presente documento consiste en exponer brevemente el problema, en resumir la información consignada en los documentos básicos y en sugerir, como punto de partida para el debate, algunos de los caminos posibles que pueden contribuir a resolverlo, al menos en parte.

América Latina consume actualmente unas 390 mil toneladas de papel de diario por año; la Argentina, el Brasil y México consumen en conjunto alrededor del 70 por ciento del total.² Casi la totalidad del papel de diario es importado, pues la capacidad de producción de la región es sólo de 55 mil toneladas. Se espera que las necesidades de papel aumenten rápidamente. Si tan sólo se logra un desarrollo económico mínimo, el aumento esperado será de 615 mil toneladas en 1960 y de 770 mil en 1965. De alcanzarse un desarrollo económico más favorable, se estima que la demanda llegará a 726 y 985 mil toneladas en 1960 y 1965, respectivamente.

Si se llevan a la práctica todos los planes actuales para ampliar la capacidad de producción de papel de diario —y lograr alrededor de 139 mil toneladas anuales en total—, habrá todavía en 1965 un enorme déficit de papel de diario, que será de 575 o 790 mil toneladas, según se alcance un desarrollo económico mínimo o favorable. Así pues, aunque la región lograra mantener el nivel actual de sus exportaciones de papel de diario, para no frustrar el consumo en 1965 se necesitaría una capacidad adicional anual de 220 a 435 mil toneladas de papel de diario, según el grado de crecimiento económico. En consecuencia, los planes actuales no bastarán para alcanzar siquiera la cifra más baja, pues, sea cual sea la hipótesis que se adopte respecto a la tasa de crecimiento económico, el déficit entre la producción regional futura que se espera lograr y las necesidades futuras de papel de diario, será de 40 por ciento.

I. ALGUNAS CONSIDERACIONES DE ORDEN ECONÓMICO Y TÉCNICO

La producción de papel de diario es una de las ramas más especializadas de la industria manufacturera de papel; está regida por estrictas especificaciones acerca del producto fabricado y por un reducido margen de utilidad. El papel de diario de tipo común se obtiene de una mezcla de pasta mecánica (elaborada generalmente de coníferas, tales como el abeto y el pinabete) y de pasta química (generalmente pasta al sulfito de coníferas no blanqueada o pasta al sulfato semiblanqueada). Debido a la calidad de ambos componentes y al aspecto económico del procedimiento mencionado, es preferible la instalación de grandes unidades de producción que empleen la madera de coníferas como materia prima. Por esto, la producción actual de papel de diario está con-

centrada en gran parte en aquellas regiones abundantes en recursos de coníferas y de fácil acceso a los principales centros de consumo, es decir, en América del Norte y en Escandinavia.³

La limitación de los mercados y la escasez de coníferas explican por qué la fabricación de papel de diario ha sido menos atractiva desde el punto de vista financiero que la producción de otras calidades de papel con especificaciones menos rígidas, que pueden ser fabricadas sin dificultades técnicas con materias primas fibrosas obtenidas en la región.

Sin embargo, en las dos últimas décadas se ha prestado considerable atención al problema de encontrar materias primas que reemplacen a la pasta mecánica de abeto; la labor emprendida a tal efecto tiende a alcanzar los cuatro objetivos siguientes:

a) resolver el problema técnico de la fabricación de pasta mecánica a base de pino, especialmente de aquellas variedades que poseen un alto contenido de resina;

b) producir pasta mecánica de resistencia adecuada a base de especies latifoliadas de las zonas templadas y utilizando el procedimiento de desfibración común, con o sin tratamiento químico previo de los troncos;

c) producir pasta de tipo mecánico a base de maderas de especies latifoliadas mediante el empleo de métodos no comunes que no destruyan la fibra tanto como los desfibradores;

d) fabricar papeles del tipo de diario a base de pasta química de bajo costo, y especialmente de bagazo.

A continuación se analizan brevemente estos distintos objetivos y se formulan algunas observaciones sobre el comercio actual y las posibilidades futuras.

a) Pasta mecánica a base de pino

El problema de producir pasta mecánica para papel de diario a base de pino fue enfocado por primera vez por un instituto de investigación de Savannah, Georgia, con el objeto de descubrir la manera de utilizar los recursos de madera de pino del sur de los Estados Unidos (Alabama, Texas, Tennessee y Georgia). Se presentó una gran dificultad debido al gran contenido de resina de las especies de pino de la región (pino Loblolly —*Pinus taeda* y pino "shortleaf" — *Pinus echinata* Mill). El problema ha sido resuelto en forma satisfactoria y tres fábricas explotan hoy comercialmente estas tres especies: la Southland Paper Company, situada en Lufkin, Texas, que inició sus actividades en 1941 y tiene una capacidad diaria de 385 toneladas; la Coosa River Newsprint,⁴ situada en Coosa Pines, Alabama, que inició sus actividades en 1948 y tiene una capacidad diaria

¹ Publicado originalmente como documento ST/ECLA/CONF.3/L.9.o.

² Para mayores detalles, véase el documento ST/ECLA/CONF.3/L.2.o., de la Secretaría, titulado *Consumo, producción y comercio de papel y celulosa en América Latina*.

³ En el Japón hay también una importante industria de papel de diario, pues existen en ese país recursos de coníferas y una gran demanda interna; en algunos de los centros manufactureros de papel, donde el consumo de papel de diario es elevado, hay industrias importantes que lo fabrican a base de celulosa importada, por ejemplo, del Reino Unido. Pero la supervivencia de estas últimas no contradice en forma alguna la tendencia general hacia la producción integrada en gran escala.

⁴ Filial de la Kimberley-Clark Company, Neenah, Wisconsin.

de 270 toneladas, y la Bowater Southern Paper Company, situada en Calhoun, Tennessee, que inició sus actividades en 1954 y cuya capacidad diaria será probablemente de 350 toneladas.

En Murupara, Nueva Zelanda, se procede a la construcción de otra fábrica que utilizará pino resinoso (pino insigne —*Pinus radiata*).

b) *Pasta mecánica obtenida de especies latifoliadas de las zonas templadas*

Este procedimiento no es de uso reciente, ya que, probablemente, la primera pasta mecánica elaborada con fines comerciales se fabricó con especies latifoliadas, como el álamo y el tilo americano. Sin embargo, el aprovechamiento de especies latifoliadas para obtener pasta mecánica destinada a la fabricación de papel de diario es un acontecimiento más reciente. En América del Norte se ha empleado la pasta mecánica obtenida del álamo temblón, como ingrediente de la mezcla ordinaria, a fin de dar a ésta cierta suavidad y de mejorar la calidad del papel de diario. En Italia desde hace varios años se ha usado el álamo para la fabricación de ese papel; la mezcla ordinaria consiste probablemente en un 60 a 70 por ciento de pasta mecánica de álamo y un 30 a 40 por ciento de pasta química. En la Argentina se ha empleado un procedimiento semejante; en su fábrica de Zárate, la compañía Celulosa Argentina, S. A. produce papel de diario a base de pasta mecánica de sauce y de sauce-álamo,¹ a la que se añade pasta química de abeto y al sulfito y pequeñas cantidades de celulosa de paja, a fin de reducir el volumen del papel y aumentar su resistencia al desgarramiento.

Se han ensayado diversos procedimientos con objeto de utilizar los desfibradores corrientes para la producción de pasta mecánica a base de especies latifoliadas de mayor densidad, como el abedul, el arce, el haya, etc. El principio general en que se basan todos estos procedimientos consiste en reducir la destrucción mecánica de las fibras suavizando la madera antes de la desfibración. Además del antiguo procedimiento de la pasta mecánica calentada al vapor (que por su color oscuro es poco apta para la fabricación de papel de diario), hay varios procedimientos en virtud de los cuales se da suavidad a la madera sometiendo los troncos a una breve cocción con soluciones de diversos reactivos. El más conocido de éstos es el denominado procedimiento *chemigrundwood*,² en que los troncos se impregnan y se tratan débilmente con un licor al sulfito neutro antes de la desfibración en máquinas corrientes.

La pasta producida en esta forma posee una resistencia superior a la de la pasta mecánica de abeto y es más parecida a la pasta química al sulfito. El color suele ser más oscuro, pero en la mayor parte de los casos esta pasta se presta fácilmente a los procedimientos de blanqueo de tipo corriente, por ejemplo, a base de peróxido o hipoclorito. Entre otras ventajas del procedimiento citado, cabe mencionar el consumo extremadamente bajo de energía eléctrica, en comparación con la pasta mecánica de abeto de tipo corriente, y la alta capacidad de producción de los desfibradores. Los defectos principales son el rendimiento ligeramente inferior, las inversiones de capital más cuantiosas que hay que destinar al equipo de elaboración y el costo de los productos

¹ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.4.8: *Elaboración de celulosa y pasta mecánica de sauce, sauce-álamo y álamo*, por Celulosa Argentina, S. A.

² Descubierta por el College of Forestry, Universidad del Estado de Nueva York.

químicos. La Secretaría no tiene conocimiento de que se hayan llevado a cabo ensayos de fabricación de celulosa a base de maderas mixtas tropicales empleando el método mencionado. Sin embargo, parece a primera vista que la desfibración simultánea de algunas especies diferentes en una mezcla plantea dificultades técnicas importantes, en primer lugar, porque para impregnar diversas especies pueden ser necesarias diferentes condiciones de tratamiento, y en segundo, porque el funcionamiento de un desfibrador es un arte más que una ciencia y para los diferentes tipos de madera suele requerir condiciones muy distintas (velocidad, presión, afilado, etc.), que sólo se alcanzan mediante el empleo de personal altamente calificado, de larga experiencia.

Aun cuando este juicio provisional resulte poco atinado, es probable que a consecuencia de inversiones más cuantiosas y de costos de operación más elevados, no logre fabricarse papel de diario económico utilizando maderas tropicales y un alto por ciento de esta clase de pasta. Una posible solución —de ser técnicamente aplicable a especies mixtas— consistiría en emplear pasta *chemigrundwood* en por ciento limitado (principalmente como sustitutivo de la pasta mecánica, para darle la resistencia necesaria) en combinación con pasta mecánica corriente obtenida de una o dos especies adecuadas que puedan encontrarse en los bosques repoblados (por ejemplo, la *Cecropia*).

c) *Pasta de tipo mecánico fabricada con equipo no común*

En las dos últimas décadas se han ensayado varios procedimientos para fabricar pasta mecánica de trozos de madera desfibrados en molinos o refinadoras de discos. Antes de esta operación, se procede a suavizar los trozos de madera mediante la acción del vapor (*Asplund Defibrator*)³ o mediante el tratamiento químico.

Un procedimiento interesante de producir pastas tipo mecánico para la fabricación de papel de diario, correspondiente al segundo grupo, es el procedimiento a la soda cáustica fría, desarrollado por el Forest Products Laboratory, de Madison, Wisconsin.⁴ Con arreglo a este procedimiento, se impregnan los trozos de madera —generalmente durante 1½ o 2 horas— en una solución de soda cáustica fría, después de lo cual se desmenuza la madera así suavizada en refinadoras de disco. El procedimiento es sencillo y no requiere grandes inversiones de capital.

Algunos tipos de madera responden más fácilmente que otros a este procedimiento, pero por regla general se obtienen mejores resultados de las especies latifoliadas que de las coníferas. El rendimiento es elevado —de 85 a 90 por ciento— y la resistencia suele ser superior a la de la pasta mecánica de tipo corriente. Su color es más bien oscuro, pero la mayor parte de la celulosa puede blanquearse fácilmente sometiénola a una solución de hipoclorito a fin de darle la blancura necesaria para el papel de diario de tipo corriente.

Desde el punto de vista comercial, este procedimiento se ha aplicado hasta ahora únicamente a la fabricación de pasta para la manufactura de alma para cartón corrugado, y, en una fábrica italiana, para la mezcla con pasta mecánica de álamo. En una fábrica de Zárate, Argentina, se han

³ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.6.10: *El procedimiento continuo "Defibrator" para la elaboración de pasta semi-química*, por A. B. Defibrator, Estocolmo, Suecia.

⁴ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.13: *El empleo en la fabricación de papel de diario de pasta blanqueada a la soda cáustica fría, derivada de ciertas mezclas de especies latifoliadas latinoamericanas*, por G. H. Chidester.

hecho ensayos con fines idénticos a los perseguidos en la fábrica italiana, con resultados preliminares prometedores.

d) Producción de papel de diario a base de pasta química

Si se descarta la definición común y corriente de papel de diario y se aplica la más fundamental dada en el documento del señor Sandwell,¹ tendrá que preverse también su fabricación completamente a base de pasta química.² Debido al elevado costo de producción, es evidente que no llegará a considerarse tal procedimiento si se obtienen maderas aptas para la desfibración.

En el presente documento se descarta la producción de papel de diario a base de pasta química, por las dos razones siguientes:

1ª) es probable que en la mayoría de los casos sea posible fabricar papel de diario más barato a base de madera empleando uno de los dos métodos ya indicados, y

2ª) es poco probable que el papel fabricado con 100 por ciento de pasta química de madera pueda competir en cuanto a precio con el papel de diario importado, aunque éste tenga que soportar gastos de flete muy cuantiosos.

No obstante, en los países carentes de recursos forestales (por ejemplo, Cuba), se ha prestado considerable atención a la posibilidad de fabricar papel de diario a base de fibras obtenidas de plantas no madereras (principalmente bagazo). En este breve documento no es posible indicar los diversos métodos ensayados, su importancia relativa y las posibilidades económicas y técnicas que ofrecen. Pero cabe señalar el más reciente acontecimiento registrado en este campo, a saber, la producción de papel de diario a base de bagazo, utilizando la prehidrólisis y recurriendo en seguida a la cocción semiquímica al sulfito neutro.³ La principal ventaja de este procedimiento es la posibilidad de obtener un tipo de pasta que, por su blancura, sea adecuada para la fabricación de papel de diario, con lo que se evita la etapa ulterior de blanqueo.

Según ensayos semiindustriales llevados a cabo, esta pasta es también aceptable por sus otras características: resistencia, porosidad, suavidad, buenas cualidades de impresión; pero no ha sido todavía probada en máquinas de papel modernas y de alta velocidad. El costo de producción puede determinarse con bastante exactitud y es muy posible que en algunos países y regiones exista la posibilidad de iniciar una empresa satisfactoria desde el punto de vista económico.

2. RECURSOS POTENCIALES DE MATERIA PRIMA EN AMÉRICA LATINA PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL DE DIARIO

En América Latina la producción actual de pasta mecánica depende principalmente de tres diferentes recursos forestales: los bosques naturales de oyamel, (*Abies religiosa*), en México, los bosques naturales y artificiales de araucarias (*Araucaria angustifolia*, pino de Paraná) en Brasil y en la Argentina, las plantaciones de sauce, sauce-álamo y álamo, en el delta del Paraná. Estos recursos son bastante limitados y, en consecuencia, sólo pueden subvenir a una pequeña

parte de las necesidades totales de la región. Así pues, cualquier expansión importante de la industria de papel de diario ha de depender del éxito con que se lleven a cabo uno o varios de los cuatro tipos de empresas antes mencionados. En las páginas siguientes se formulan observaciones sobre la posibilidad de emplear otras materias primas con objeto de asegurar la expansión a largo plazo de la producción de papel de diario en la región. Es indudable que no se agotará el tema, pero, como se explicó en la introducción, se esbozará el problema simplemente como punto de partida para el debate.

Por razones de conveniencia, se pueden agrupar de la manera siguiente las materias primas que es probable presenten interés en este contexto:⁴

a) Pinos:⁵ bosques naturales (México, América Central) y artificiales (Chile, Argentina).

b) Especies latifoliadas aptas para la desfibración de tipo corriente: sauce y álamo (Argentina); *Cecropia* y algunas otras especies livianas que se encuentran principalmente en los bosques higrofiticos tropicales y subtropicales de segunda población; plantaciones de eucalipto (Brasil).

c) Especies latifoliadas aptas para la extracción de celulosa mixta mediante el procedimiento a la soda cáustica fría:⁶ principalmente maderas tropicales mixtas de densidad baja y mediana.

b) Bagazo: únicamente en países en que se obtienen combustibles y productos químicos de bajo precio (Perú, Venezuela, México y probablemente Cuba).

a) Pino: bosques naturales y artificiales

Los bosques naturales de pino de México y Centroamérica, aunque ocupan una gran extensión, por lo general están mal ubicados respecto de los medios de transporte. Se trata en su mayor parte de bosques de diversas especies del tipo resinoso, idénticas o semejantes a las que se producen en los estados sureños norteamericanos. Como se señaló antes, estas especies se utilizan hoy para fines comerciales y con éxito en la producción de papel de diario; mediante el empleo de métodos que no son económicamente prohibitivos se ha logrado solucionar el problema de la resina. En consecuencia, parece que es posible utilizar también con éxito el mismo procedimiento en lo que respecta a los pinos de México y Centroamérica. Sin embargo, conviene señalar una diferencia importante entre los bosques de pino del sur de los Estados Unidos y los de México y Centroamérica. En el primer caso se trata de bosques de segunda población, en tanto que los de Centroamérica son, en gran parte, bosques antiguos con árboles ya grandes. En algunos documentos se ha dicho que la producción de pasta mecánica a base de pinos resinosos puede ser satisfactoria únicamente si los árboles son jóvenes y no contienen muchas fibras de duramen. Es necesario, pues, hacer experimentos en gran escala con los pinos de México y Centroamérica a fin de determinar si se prestan para la fabricación de papel de diario.⁷

Es naturalmente imposible valorar las posibilidades que

⁴ Esta clasificación corresponde en general a los cuatro tipos de empresas examinados antes.

⁵ En este grupo no se incluyen las araucarias, que no son verdaderamente pinos. Se prestan para la fabricación de papel de diario y desde el punto de vista comercial se las emplea para ese objeto en Industrias Klabin do Parana de Celulose, Brasil.

⁶ El procedimiento *chemigroundwood* ofrece una segunda posibilidad que tiene probablemente menos interés en este sentido por las razones antedichas.

⁷ Según informaciones presentadas a la Junta tales experimentos se llevaron a cabo con todo éxito.

¹ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.12: *Aspectos económicos de la producción de papel de diario*, por P. R. Sandwell.

² En términos estrictos, las pastas producidas mediante los procedimientos mecanoquímico y a la soda fría podrían clasificarse en la categoría de pastas químicas o semiquímicas.

³ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.6.9: *El procedimiento Aschaffenburg para la fabricación de celulosa destinada a papel de diario*, por Rudolf Schepp. Véase también el documento de la Secretaría ST/ECLA/CONF.3/L.5.0: *Bagazo de caña de azúcar como materia prima para la fabricación de papel y celulosa*.

se ofrecen desde un punto de vista económico para fabricar papel de diario utilizando estos recursos sin haber hecho antes un análisis completo de los costos de producción, etc., ni haber comparado los precios con los vigentes en el mercado mundial. Pero, habida cuenta del documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.12,¹ pueden formularse algunas observaciones al respecto.

Se ha estimado que en México el costo de la madera de pino para celulosa sería aproximadamente igual al de los estados sureños norteamericanos es decir, 7 a 8 dólares por metro cúbico de volumen sólido. La mano de obra será considerablemente más barata, pero el precio de la energía eléctrica será superior, excepto, tal vez, en determinados lugares. Es probable que los costos de inversión sean ligeramente mayores que los que requiere una fábrica de tamaño equivalente en América del Norte. En resumen, puede estimarse que en condiciones favorables el costo total será ligeramente superior al que se obtendría en una fábrica del mismo tamaño en los Estados Unidos o el Canadá.

El estudio de las diversas partidas de costos (véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.12) revela que los costos de inversión, que representan —según el tamaño de la empresa— entre el 40 y el 50 por ciento del costo total en la fábrica, se reducen considerablemente al ser aumentada la capacidad de éstas;² la diferencia en lo que respecta a fábricas de 100 y 300 toneladas diarias de capacidad es nada menos que de 22 dólares por tonelada, o sea, casi el 20 por ciento de los precios f. o. b. vigentes en la actualidad para el papel de diario. Como México y Centroamérica no están muy distantes de los principales países exportadores, el papel de diario producido en una fábrica cuya capacidad no sea inferior a 200 o a 300 toneladas diarias no puede competir, según parece, con el papel importado. Sin embargo, conviene recordar (véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.2.0³) que, aunque se suponga un desarrollo económico desfavorable, el mercado mexicano por sí solo será capaz de absorber esta cantidad en 1960.

Las plantaciones de pino insigne en Chile pueden llegar a ser en el futuro un recurso importante de madera para celulosa destinada a la producción de papel de diario. Desde un punto de vista técnico, el *Pinus radiata* puede tratarse con más facilidad que los pinos de tipo más resinoso a que se ha hecho referencia. Además, la mayor parte de las plantaciones están situadas en regiones satisfactorias desde el punto de vista de la extracción de madera para celulosa, y los árboles plantados son todavía jóvenes y por lo tanto no han desarrollado aún gran cantidad de fibras de duramen. Una fábrica de papel de diario totalmente integrada y de tamaño económico mínimo no podrá durante muchos años colocar toda su producción en el mercado de Chile; este país consume actualmente unas 25 mil toneladas de papel de diario por año. En consecuencia, un proyecto que previera un programa de producción variada, con una sección de papel de diario integrada a una fábrica de mayor capacidad para la producción de celulosa, tendría posibilidades de éxito; en efecto, tal es el plan que ha sido aprobado y cuya ejecución se iniciará dentro de poco. Se estima que si se establece una fábrica de papel de diario de capacidad adecuadamente alta, el costo de producción permitirá que

el producto manufacturado compita satisfactoriamente con los precios internacionales vigentes en los mercados vecinos.

Por último, conviene mencionar las plantaciones experimentales de coníferas exóticas en el delta del Paraná (Argentina).⁴

b) *Especies latifoliadas: desfibración de tipo corriente*

Existen muy pocas especies latifoliadas aptas para la desfibración de tipo corriente y no se encuentran en cantidad y concentración suficiente para utilizarlas como materia prima en la fabricación de papel de diario. Como se señaló antes, el álamo y el sauce-álamo del delta del Paraná, que ya se explotan con tales fines,⁵ constituyen una de las excepciones más importantes.

Otra especie que puede ser importante como materia prima para la fabricación de pasta mecánica es la *Cecropia*, de la cual hay unas 20 variedades en las regiones tropicales y subtropicales de América Latina. La madera de *Cecropia* es generalmente blanca o amarillenta; su peso específico es entre bajo y mediano y en promedio las fibras son bastante largas. Las variedades ensayadas hasta ahora han dado resultados satisfactorios. La *Cecropia*, así como otras especies livianas similares, suele encontrarse en rodales casi homogéneos de los bosques pluviales de segunda población en regiones tropicales y subtropicales. No se sabe gran cosa acerca de los problemas silvícolas (regeneración) que plantea, pero a juzgar por su espontánea reproducción y su vigor para desarrollarse en terrenos desmontados, puede confiarse en que tales problemas podrán ser resueltos fácilmente.

Así pues, la *Cecropia* (y otras especies similares) pueden llegar a convertirse en una importante fuente de materia prima para la producción de papel de diario en América Latina. Como se trata principalmente de especies que brotan después de las cortas, es probable que en la mayor parte de los casos su explotación se efectúe simultáneamente con el establecimiento de industrias de papel a base de pasta química obtenida de maderas tropicales mezcladas.

También conviene mencionar las plantaciones brasileñas de eucalipto como posible fuente de materia prima para la fabricación de papel de diario. Sin embargo, existen ciertas dificultades de orden técnico para obtener papel de diario de buena calidad a base de la mayor parte de las especies de eucalipto, razón por la cual es poco probable que las plantaciones de ese árbol constituyan una solución conveniente para el problema.⁶

c) *Papel de diario de especies latifoliadas mezcladas*

Los alentadores resultados obtenidos en los ensayos efectuados con mezclas de maderas de Yucatán, utilizando el procedimiento a la soda cáustica fría, revelan la posibilidad de fabricar papel de diario a base de mezclas de especies seleccionadas de los bosques vírgenes de las zonas tropicales. La selección de tales especies no ofrece grandes dificultades en la explotación forestal. Si de los bosques puede obtenerse una cantidad suficiente de especies adecuadas (de baja densidad), probablemente será factible la fabricación de papel de diario en escala limitada, integrada con la de pasta qui-

¹ Aspectos económicos de la producción de papel de diario, por Sandwell and Company Ltd.

² Véase también el documento ST/ECLA/CONF.3/L.3.03: Tamaño, integración y ubicación de la fábrica. Estudio de los costos de producción e inversiones en fábricas hipotéticas de papel y celulosa, por la Secretaría.

³ Consumo, producción y comercio de papel y celulosa en América Latina, por la Secretaría.

⁴ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.4.5: Madera para papel obtenida de plantaciones de coníferas exóticas en el delta del Paraná, por Lamberto Golfari.

⁵ Documento ST/ECLA/CONF.3/L.4.3: Madera para papel obtenida de salicáceas del delta del Paraná, por Enrique G. Valente.

⁶ El *Eucalyptus regnans* es la única especie de la cual se ha obtenido pasta mecánica satisfactoria para la fabricación de papel de diario.

mica y papel en gran escala. En todo caso, conviene considerar la producción de pasta mecánica mediante el procedimiento a la soda cáustica fría como parte integrante de todo proyecto de fabricación de papel a base de maderas tropicales, ya que la pasta así obtenida no sólo contribuirá a dar al papel ciertas cualidades convenientes, sino que será también mucho más barata que la pasta química.

d) *Fabricación de papel de diario a base de bagazo*

La fabricación económica de papel de diario a base de bagazo (véase documento ST/ECLA/CONF.3/L.5.0¹) depende sobre todo de la obtención de materia prima a bajo precio. Como el papel de diario ha de producirse en fábricas de gran capacidad (a fin de reducir el costo de inversión por tonelada), es evidente que sólo en condiciones muy excepcionales será posible emplear exclusivamente el excedente de bagazo. En consecuencia, el costo de la materia prima fibrosa dependerá del precio de otros combustibles sucedáneos; por esto, la producción económica de papel de diario a base de bagazo será factible únicamente en aquellos países donde es posible obtener otros combustibles a bajo costo. Aunque la producción de papel de diario a base de esa materia prima puede tener interés para algunos países, tal vez no desempeñe una función importante en la expansión futura de esa industria en América Latina.

3. CONCLUSIÓN

Si hace algunos años se hubieran estudiado los recursos de América Latina en materias primas fibrosas, desde el punto de vista de las posibilidades que ofrecen para la producción

¹ *Bagazo de caña de azúcar como materia prima para papel y celulosa*, por la Secretaría.

económica de papel de diario, las conclusiones de ese estudio no habrían sido muy alentadoras y aun ahora, si se atiende sólo a los procedimientos empleados para producir más del 90 por ciento del papel de diario del mundo, así como a los materiales que intervienen en su fabricación, la situación sólo es ligeramente mejor.

Sin embargo, como consecuencia de los progresos técnicos logrados en los últimos años, se han multiplicado los procedimientos aplicables a la fabricación de papel de diario y ha aumentado enormemente la variedad de materias primas a base de las cuales puede fabricarse. Es verdad que en general tales progresos consisten esencialmente en adaptar o modificar procedimientos ya existentes; es asimismo cierto que en muchos casos no han demostrado aún su eficacia en escala comercial.

En realidad, esto último constituye el aspecto principal del problema en América Latina. Desde el punto de vista técnico, es posible fabricar papel de diario no sólo empleando los bosques naturales y artificiales de pino de la región, sino también las plantaciones de álamo y sauce, mezclas de maderas tropicales, y bagazo; en la región se fabrica ya con éxito, y con criterio económico, papel de diario a base de algunos de estos recursos. El grado en que la producción de papel de diario basada en ellos pueda ampliarse en los años próximos dependerá sobre todo de factores económicos, y entre otros de la buena selección del lugar, del tamaño de los mercados disponibles y de la escala de operaciones de la empresa.

Finalmente, no hay motivo alguno para esperar que el rápido progreso técnico de los últimos años aminore su ritmo en los años venideros. Cada nuevo acontecimiento, cada ensayo, cada experimento permitirá gradual e inevitablemente aplicar con éxito y en escala comercial los métodos y técnicas de que se dispone en la actualidad.

APENDICES



LISTA DE PARTICIPANTES Y DE PERSONAS QUE PRESENTARON TRABAJOS¹

I. Países latinoamericanos

*Argentina*a) Delegación oficial²*Presidente*

TORTORELLI, LUCAS A., Administrador General de Parques Nacionales.

Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto

BECKMANN, CONRADO CARLOS, Director del Departamento Económico Social, Enviado Extraordinario y Ministro Plenipotenciario.

ABAL, ENRIQUE, Subdirector de Organismos Internacionales y Tratados, Enviado Extraordinario y Ministro Plenipotenciario.

PÉREZ VILLAMIL, ALBERTO D., Enviado Extraordinario y Ministro Plenipotenciario.

Ministerio de Agricultura y Ganadería

CARMELICH, JORGE N. F., Administrador General de Bosques.

RAGONESE, ARTURO ENRIQUE, Director del Instituto de Botánica.

D'ADAMO, ORLANDO A., Secretario de la Comisión Nacional de Bosques.

Ministerio de Comercio

SANTOS SIDOTI, JOSÉ.

FÉLIX CARLEVARI, ISIDRO JOSÉ.

MELERO, JOSÉ.

LOZANO, EMILIO.

Ministerio de Finanzas

BRUSTIA, JOSÉ LUIS, Jefe de Departamento del Banco Industrial de la República Argentina.

VILLORIA, JOSÉ S., Segundo Jefe de Departamento del Banco Central de la República Argentina.

RONCO, OSCAR P. S., Jefe de Departamento del Banco de la Nación Argentina.

¹ El asterisco (*) junto a un nombre indica que la persona de que se trata presentó trabajos pero no asistió a la Junta.

La mención de un nombre bajo determinado país no significa necesariamente la correspondiente nacionalidad, ya que, en algunos casos, determinada persona puede haber sido empleada en un país distinto del propio.

² El gobierno de la República Argentina, que auspició la celebración de la Junta de Buenos Aires, envió una delegación oficial aparte de los demás participantes de su país que asistieron a la reunión en su calidad personal de expertos. Como la Junta fue una reunión de expertos, no asistieron delegaciones oficiales de gobiernos, aunque algunos de éstos enviaron funcionarios de sus embajadas en Buenos Aires como observadores ante la Junta.

Ministerio de Hacienda

MAÑANA, DELFOR M., Funcionario de la Dirección Nacional de Química.

DEGIORGI, HELVECIO P., Funcionario de la Casa de Moneda de la Nación.

Ministerio de Industria

DELGADO, JUAN ROMÁN.

PALMA, JORGE JOSÉ.

Secretaría de Asuntos Económicos

VIDAL, JOSÉ CARLOS.

*Asesores**Ministerio de Agricultura y Ganadería*

PERFUMO, LEOPOLDO RAÚL, Director de Economía Forestal.

LEONARDIS, ROSARIO F., Director de la Estación Forestal "Presidente Perón".

PARDO, LUIS L., Jefe de la División Productos Derivados de la Administración Nacional de Bosques.

Ministerio de Industria

MINDLIN, BERNABÉ.

Secretaría de Asuntos Económicos

RODRÍGUEZ, CONRADO.

SEVERI, HUGO ANSELMO.

*Secretaría de la Delegación**Secretario General*

PERETTI, ITALO JOSÉ, Secretario de Embajada.

Secretaría General

VASQUEZ, JOSÉ MARÍA, Secretario de Embajada.

TOLOSSA, VICTORIANO, Secretario de Embajada.

b) Participantes de diversas instituciones y empresas

ALAZRAQUI ALONSO, JAIME, Ingeniero Agrónomo del Ministerio de Comercio, Diagonal Norte 1174, Buenos Aires.

ALMEIDA, LEOCADIO, Jefe del Departamento Técnico de Celulosa Argentina, S. A., San Pedro 958, Castelar.

ALONZO, ABELARDO, Administración Provincial de Bosques 48 número 536, Eva Perón.

ALSINA, ADOLFO, Director de la Asociación de Fabricantes de Papel, Hotel Castelar, Buenos Aires.

ALSOGARAY, ALVARO C., Gerente de Fibrocal Argentina S. A., Belgrano 990, Buenos Aires.

- BALLANTI, VINICIO, Técnico Químico de La Papelera Argentina S. A., Pueyrredón 680, Buenos Aires.
- BENETTI TOLMINO, DOMINGO, Gerente de Ventas, Molino de Papel Baradero, Arroyo 1075, Buenos Aires.
- BERGER, MÁXIMO, Cámara Argentina del Papel y Afines, Echeverría 2055, Buenos Aires.
- BERNASCONI, RICARDO CÉSAR, Subdirector de Fábrica de la Papelera del Plata, General Cadorna 545, Wilde.
- BERTI, OSVALDO, Sucesión José Berti, Arroyo 1075, Buenos Aires.
- BOGGIANO, JUAN F., Ingeniero de la Cooperativa de Venta de Productos Forestales del Delta Ltda., Tigre F. C. N. G. B. M.
- BRUSCHTEIN, OSCAR EDGARDO, Director Técnico de Manuel Teitelman, Fábrica de Papel, Madariaga 1999, Avellaneda.
- CATALDO, FRANCISCO, Director de la Celcar S. R. L., S. A. Mendoza 2096, Buenos Aires.
- CATARINEU, ENRIQUE J. R., Director Técnico de la Papelera San Isidro S. A., Corrientes 456, Buenos Aires.
- CONTRERAS, MARTÍN, Vicepresidente de la Cámara Argentina de Papel y Afines, Lavalle 1783, Buenos Aires.
- DABAS, ELÍAS, Subdirector de Economía Forestal, Administración Nacional de Bosques, Pueyrredón 2446, Buenos Aires.
- DI FILIPPO, JUAN, Director de Laboratorio e Investigaciones de Celulosa Argentina S. A., Capitán Bermúdez, F. C. N. G. B.
- DREJE, REYNALDO, Representante de la Secretaría de Asuntos Técnicos, 25 de Mayo 11, Buenos Aires.
- DUMONTET, CARLOS ENRIQUE, Director Técnico de Producción y Fabricación de Denti Ltda., Directorio 5972, Buenos Aires.
- DUPREZ, HÉCTOR, Subjefe de la Oficina Técnica de La Papelera Argentina S. A., Estrada 45, Bernal.
- FARIAS, HORACIO, Jefe de Fabricación de la Papelera Argentina S. A., Estrada 45, Bernal.
- FERNÁNDEZ, HIPÓLITO, Jefe de División, Administración Nacional de Bosques, Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ, JOSÉ AMARO, Delegado Obrero de la Federación del Papel, Lima 921, Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ, VALENTÍN, Secretario General de la Federación del Papel, Lima 921, Buenos Aires.
- FOSSATI, INOCENCIO, Gerente de Producción de Celulosa Argentina S. A., Diagonal Norte 928, Buenos Aires.
- FUENTES, HORACIO, Jefe del Departamento Forestal de la Papelera Río-Paraná, Montes de Oca 1733, Buenos Aires.
- FURGINELE CÁRDENAS, PEDRO I., Químico de la Papelera Argentina S. A., Estrada 45, Bernal.
- GAGLIARDI, EMILIO, Gerente Técnico de Celulosa Argentina S. A., Av. Roque Sáenz Peña 938, Buenos Aires.
- GAGLIARDI, SILVIO, Vicepresidente Gerente de Celulosa Argentina S. A., Av. Roque Sáenz Peña 938, Buenos Aires.
- GINZEL, WALTER, Ingeniero Químico de la Dirección General de Industrias de la Provincia de Córdoba, Córdoba.
- GOLFARI, LAMBERTO, Experto Forestal de Celulosa Argentina, S. A., Av. Roque Sáenz Peña 938, Buenos Aires.
- GRIGERA, HÉCTOR, Representante de la Secretaría de Asuntos Técnicos, 25 de Mayo 11, Buenos Aires.
- GUIDAZO, CARLOS, Ingeniero de la Administración Nacional de Bosques, Nahuel Huapi 2509, Buenos Aires.
- HALLIBURTON, HORACIO ALBERTO, Representante de la Secretaría de Asuntos Técnicos, 25 de Mayo 11, Buenos Aires.
- HEIDKAMP, JUAN, Gerente Administrativo de la Celulosa Argentina S. A., Av. Roque Sáenz Peña 938, Buenos Aires.
- HUERGO, FERNANDO, Gerente General de la Cámara Argentina del Papel y Afines, Lavalle 1783, Buenos Aires.
- IRIBARNE, JULIO V., Director del Servicio Técnico Argentino, Francisco Lacroze 2274, Buenos Aires.
- IVANISSEVICH, JORGE ALBERTO, Profesor de la Universidad de Cuyo, Godoy Cruz 239, Mendoza.
- KUHL, GUILLERMO, Ingeniero de la Industria Papelera Americana S. A., Trelles 640, Buenos Aires.
- LASALLE, GERARDO, Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Lavalle 1473, Buenos Aires.
- LINDQVIST, OLOF GUNNAR, Asesor Técnico de Industrias Celulósicas Regionales S. A., Sarmiento 991, Rosario.
- LORENZON, ARMANDO BRUNO, Químico Jefe de la Papelera Argentina, S. A., Estrada 45, Bernal.
- MANOFF, ISAAC, Director del Instituto de Investigaciones Azucareras de la Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.
- MARCON, JUAN CARLOS, Director de Denti Ltda., S. A. Directorio 5972, Buenos Aires.
- MARCHEGIANI, EDUARDO JOSÉ Atilio, Director Propietario de Papelería Marchegiani S. R. L., General Cadorna 602, Wilde.
- MARINELLI, JOSÉ, Especialista en Legislación Forestal, Uruguay 435, Buenos Aires.
- MARTÍN, ALBERTO CARLOS, Representante de A. Hilding Ohlsson Ltda., S. A. C. (Suecia), Belgrano 936, Buenos Aires.
- MAYER, FEDERICO, Parsons & Whittemore, Belgrano 271, Buenos Aires.
- MEOLI, ROBERTO, Oficina Técnica de La Papelera Argentina S. A., Estrada 45, Bernal.
- MIKLER, SANDOR, Asesor del Consejo Permanente del Delta, Colón 526, San Fernando.
- MOLINA, RICARDO LORENZO, Director de Industrias Celulósicas Regionales, S. A. (Rosario), San Martín 201, Buenos Aires.
- MONROS NACENTE, ENRIQUE, Director Técnico de Celulosa y Papel, Reconquista 319, Buenos Aires.
- MORALES TORRES, JUAN, Tomás E. Serra (Importadores de Papel), Serrano 2392, Buenos Aires.
- MUHANA, JULIO, Representante del Ministerio de Economía, Hacienda y Previsión Social de la Provincia de Córdoba.
- MUSCOLO, VICENTE O., Jefe del Departamento de Fibra Vegetal de La Papelera Río Paraná S. A., Córdoba 890, Buenos Aires.
- MUSSI, FELIPE, Director Técnico de la Fábrica Capitán Bermúdez de Celulosa Argentina S. A., Cap. Bermúdez F. C. N. G. B.
- NIOTTI, HUGO, Técnico de Fibrocel Argentina, S. A., Belgrano 990, Buenos Aires.
- PACE, NORBERTO, Ingeniero de La Papelera del Plata, Milian 3138, Buenos Aires.
- PAUL, EDMUNDO, Subgerente Técnico de Celulosa Argentina S. A., Av. Roque Sáenz Peña 938, Buenos Aires.
- PEGORARO, JORGE A., Director de fábrica de La Papelera Argentina S. A., Estrada 45, Bernal.
- PIÑEIRO, MARIO LUIS, Ingeniero de La Papelera Río Paraná, Córdoba 890, Buenos Aires.
- PLANAS, VÍCTOR, Consultor Técnico de la Fábrica Molino de Papel Baradero, Arroyo 1075, Buenos Aires.
- PRUEGER, ENRIQUE, Jefe del Departamento Técnico de la Administración Provincial de Bosques de Jujuy, Casa de Gobierno, Jujuy.

RANWEZ, G.,* Mellor-Goodwin S. A., Paseo Colón 221, Buenos Aires.

REMONDINO, DOMINGO, Miembro del Consejo Ejecutivo de la Federación del Papel, Lima 921, Buenos Aires.

SCHUSCHNY, HARRY, Parsons & Whittemore, Belgrano 271, Buenos Aires.

SCOTTO, ENRIQUE A., Ingeniero proyectista de Celulosa Argentina S. A., Av. Roque Sáenz Peña 938, Buenos Aires.

SEOANE, VICENTE A., Secretario de la Cámara Argentina del Papel y Afines, Lavalle 1783, Buenos Aires.

SERRA, TOMÁS, Director de la Casa Tomás E. Serra (Importadores de Papel), Serrano 2392, Buenos Aires.

SERVIA, HIGINIO, Vocal de la Cámara Argentina del Papel y Afines, Lavalle 1783, Buenos Aires.

SORACI, RÓMULO, Ingeniero de Celulosa Argentina S. A., Gaona 2501, Ramos Mejía.

TACCARI, ITALO ADOLFO, Director de Forestación y Reforestación de la Administración Nacional de Bosques, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Pueyrredón 2446, Buenos Aires.

TESDORFF, JUAN, Colaborador de la Academia Forestal Alemana, San Martín y Lavalle 368, Buenos Aires.

TORCHIA, JULIO J., Ingeniero de la Federación de Productores Forestales, Sarmiento 1967, Buenos Aires.

VALENTE, ENRIQUE GASTÓN, Director de Bosques Ordenados S. A., Lavalle 548, Buenos Aires.

VARVRECKA, JUAN, Ingeniero Representante de la Casa A. Maurer S. A. (Berna), Alsina 1418, Buenos Aires.

VASTALEGNA, GIANFRANCO, Jefe de la Oficina Técnica de La Papelera Argentina S. A., Estrada 45, Bernal.

WESTERKAMP, JOSÉ FEDERICO, Representante del Servicio Técnico Científico, Juncal 2114, Buenos Aires.

Bolivia

BERGEN, JONNY VON, Presidente del Directorio de La Papelera S. A., Casilla 614, La Paz.

HUMBOLDT BARRERO, CIRO, Secretario de la Embajada de Bolivia en Buenos Aires.

Brasil

ABREU RIBEIRO, PAULO DE, Superintendente de Rigesa S. A., São Paulo.

BATTENBERG, ERNESTO, Jefe de Producción de Industrias Reunidas, Francisco Matarazzo, São Paulo.

BENKO, CARLOS, Director de la Compañía Santista de Papel, Rua 15 de Novembro 324, São Paulo.

CABRAL DE NIELLO, PAULO, Secretario de la Embajada de Brasil en Buenos Aires.

CAVALLARI, EDMUNDO MARZO, Presidente de IPISA S. A. Industria de Papel, Rua Conselheiro Crispiniano 20, São Paulo. Representante del Sindicato de Industrias de Papel del Estado de São Paulo.

CAVALLARI SOBRINHO, JOÃO, Director Presidente de Industria Mecánica Cavallari, S. A., Rua Canindé 234, São Paulo. Representante de la Federação de Industrias do Estado de São Paulo, Viaduto Da. Paulina 86, São Paulo.

FEFFER, MAX, Director de Industria de Papel León Feffer S. A., Ave. Presidente Wilson 4100, São Paulo.

GACHOT, RENÉ M., Jefe de Grupo de la Misión Forestal de la FAO en el Valle del Amazonas, a/c SPVEA, Caixa Postal 874, Belem.

GOMES DE AMORIM, CORY, Industria, Comercio e Cultura de Madeiras, Rua Formosa 409, São Paulo.

HEIMANN, GUNTHER, Asistente, Cia. Melhoramentos de

São Paulo, Rua Tito 479 e Praça Alfredo Weiszflog, São Paulo.

HENNING, GUNTHER, Gerente Técnico, Cia. Melhoramentos de São Paulo, Rua Tito 479 e Praça Alfredo Weiszflog, São Paulo.

LEONE, JOSÉ CARLOS, Ingeniero del Departamento Técnico del Banco Nacional do Desenvolvimento Económico, Rua Sete de Setembro 48, Río de Janeiro.

MIRANDA BASTOS, ARTHUR DE, Químico Industrial, Representante del Gobierno del Territorio Federal de Amapá, de la Superintendencia de Valorização Economica da Amazonia y del Instituto do Pinho, Rua Jardim Botánico 321, Apartado 101, Río de Janeiro.

MORELL, W. H., Gerente de Parsons & Whittemore Inc., Maquinas Industriais S. A., Rua 15 de Novembro 269, São Paulo.

MORGANTI, LINO, Director de Refinadora Paulista, S. A., Fábrica de Celulosa y Papel "Piracicaba", Rua Formosa 367, Edifício C. B. I., São Paulo.

NAVARRO SAMPAIO, ARMANDO, Jefe del Servicio Forestal da Companhia Paulista da Estradas de Ferro, Caixa 29, Río Claro, São Paulo.

OVERBECK, W.,* Industrias Klabin do Parana de Celulose, S. A., Curitiba, Paraná.

RYS, LADISLAV, Superintendente General de Industrias Klabin do Parana de Celulose, Rua 15 de Novembro 556, Curitiba, Paraná.

SCHWARZ, A.,* Industrias Klabin do Paraná de Celulose S. A., Curitiba, Paraná.

SONNTAG, HANS JOSEF, Químico Jefe de la División de Celulosa de la Companhia Nitro-Química Brasileira, Caixa Postal 7078, São Paulo.

WEISSHUHN, FÉLIX E., Director Técnico de la Cia. Melhoramentos de São Paulo, Rua Tito 479, São Paulo.

WEISZFLOG, HASSO, Director, Cia. Melhoramentos de São Paulo, Rua Tito 479, São Paulo.

ZAPPERT, KARL, Director Técnico de Industrias Klabin do Paraná de Celulose S. A., Monte Alegre, Paraná.

Colombia

ARCHILA, M. MANUEL,* Funcionario ejecutivo. Instituto de Fomento Industrial, Apartado Aéreo 4222, Bogotá, Colombia.

ESCOBAR GARCÍA, LUIS, Depto. Técnico del Instituto de Fomento Industrial, Edifício Sucre, Av. Jiménez de Quesada 8-74 (Apartado Aéreo 4222) Bogotá.

Costa Rica

ESQUIVEL DE LA GUARDIA, RUBÉN, Consejero de la Embajada de Costa Rica en Buenos Aires.

VALVERDE VEGA, EMILIO, Embajada de Costa Rica en Buenos Aires.

Cuba

GUERRA, JORGE, Departamento Tecnológico del Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba, Lonja del Comercio, La Habana.

Chile

ARRIAGADA, RENÉ, Sociedad Forestal Hacienda El Sauce, Miguel Cruchaga 920, Santiago.

ASENJO GUTIÉRREZ, PATRICIO, Ingeniero Químico del De-

partamento de Industrias de la Corporación de Fomento de la Producción, Ramón Nieto 920, Santiago.

HARTMAN, LARS A., Funcionario Forestal FAO-ETAP, Huérfanos 782, Santiago.

LEA, CARLOS, La Cooperativa Vitalicia, Casilla 1986, Valparaíso.

RIVERA ERRAZURIZ, RAMÓN, Director del Instituto de Ingenieros de Chile, Casilla 9707, Santiago, y Representante de la Corporación Chilena de la Madera, Bandera 84, Santiago.

VUCETICH, GUIDO, Jefe del Departamento de Industrias de la Corporación de Fomento de la Producción, Ramón Nieto 920, Santiago.

Ecuador

AROSAMENA GÓMEZ, EDUARDO, Secretario de la Embajada de Ecuador en Buenos Aires.

México

BENEITEZ, VICENTE M., Embajador de México en la Argentina.

COLOMIC, JORGE, Agregado Civil de la Embajada de México en Buenos Aires.

CUSI, DANTE S., Presidente, Cía. Industrial de San Cristóbal, S. A. Av. Hidalgo 5, México 1, D. F.

HUGUET, LOUIS E., Experto Forestal de la FAO en México.

LENZ, HANS,* Director, Fábricas de Papel de Loreto y Peña Pobre, Apartado 31379, Villa Obregón, México, D. F.

NACIONAL FINANCIERA, S. A.,* Apdo. 353, México, D. F.

URENCO R. FAUSTO, División de Investigaciones Industriales, Banco de México, S. A., Apdo. 98 bis, México, D. F.

Paraguay

FRENCH, J. J., Jefe de la Misión de Asistencia Técnica de la FAO y experto en Industrias Forestales en Paraguay, Asunción.

VOGEL, FREDERICK H., Especialista en Industrias Forestales de la Foreign Operations Administration (FOA) a/c Embajada de los Estados Unidos en Asunción.

Perú

CORREA S., JOSÉ, Apoderado W. R. Grace & Cía., Fábrica de Papel de Paramonga, Lampa 590, Lima.

PROSKOWETZ, FÉLIX, Superintendente del ingenio de Casa Grande Gildemeister & Co., S. A., Casilla 678, Lima.

REMOLINA, RAMÓN, Subgerente, Banco de Fomento Agropecuario del Perú, Carabaya 456, Lima.

Surinam

HEINSDIJK, DAMMIS,* Servicio Forestal de Surinam, Paramaribo (Miembro de la Misión de FAO al Brasil).

HULSTER, I. A. DE, Director del Servicio Forestal de Surinam, P. Box 436, Paramaribo.

Uruguay

DIENA, MANUEL, Presidente de la Asociación de Fabricantes de Papel de la Unión Industrial Uruguaya, Calle Treinta y Tres 1325, Montevideo.

Venezuela

LAMPRECHT, HANS, Ingeniero Forestal de la Corporación Venezolana de Fomento, Caracas. Representante de la Universidad de los Andes, Mérida.

MENDOZA ARISTEQUIETA, FRANCISCO, Gerente de la Papelera Industrial, S. A., Apartado Correos 1812, Caracas. Representante del Consejo de Economía Nacional, Caracas.

THIELEN, ENRIQUE, Presidente del Comité Ejecutivo de C. A. Venezolana de Pulpa y Papel y Presidente de la Papelera Industrial, S. A., Apartado 1202, Caracas.

2. Otros países

Australia

JEFFREYS, R. B., Director Técnico de Australian Paper Manufacturers Ltd., Box 1643, G. P. O., Melbourne.

Canadá

COLLINGE, H. K., Ingeniero Químico Consultor, Pulp and Paper Processes, 1056 Sun Life Building Montreal 2.

HURTER, A. M.,* Statler Huster & Co. Suite 609, Drummond Building, Montreal.

SANDWELL, PERCY RITCHIE, Presidente de Sandwell & Co., Ltd., 1500 W. Georgia Street, Vancouver 5.

Estados Unidos

ARONOVSKY, S. I.,* Northern Utilization Research Branch, U. S. Department of Agriculture, Peoria 5 (Illinois).

ATCHISON, JOSEPH E., Vicepresidente a cargo de la División de Proyectos de Celulosa y Papel, Parsons & Whittemore Inc., 250 Park Avenue, New York 17, (N. Y.)

BROWN, K. J.,* Ingeniero Químico, Forest Products Laboratory, Forest Service, U. S. Department of Agriculture, Madison (Wisconsin).

CHAPMAN, A. WATSON,* Research Department, The Celotex Corporation, 120 South LaSalle Street, Chicago 3 (Illinois).

CHIDESTER, GARDNER H., Jefe, División de Celulosa y Papel, Forest Products Laboratory, Forest Service, U. S. Department of Agriculture, Madison 5 (Wisconsin).

COOK, T. M., Vicepresidente Adjunto, W. R. Grace & Co. 7 Hanover Square, New York (N. Y.)

HALL, J. ALFRED, Director, Forest Products Laboratory, Forest Service, U. S. Department of Agriculture, Madison 5 (Wisconsin).

HAMILL, E. B.,* Foreign Operations Administration, Washington D. C. (antes especialista forestal, Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, Paraguay).

HISEY, W. O., Vicepresidente, The Sandy Hill Iron & Brass Works, Hudson Falls (N. Y.)

HUTCHINS, BURLEY M., The Rust Engineering Co., 575 Sixth Avenue, Pittsburgh (Pennsylvania).

LANDEGGER, KARL, Presidente de Parsons & Whittemore Inc., 250 Park Avenue, New York 17 (N. Y.)

LATHROP, E. C., Jefe de la Sección de Residuos Agrícolas de la Northern Utilization Research Branch, U. S. Department of Agriculture, Peoria 5 (Illinois).

MAY, STACY, Asesor Económico de The Rockefeller Office, 30 Rockefeller Plaza, New York (N. Y.)

MCCOY, C. DANA, Director Internacional de The Rust Engineering Co., 575 Sixth Avenue, Pittsburgh 19 (Pennsylvania).

NOLAN, WILLIAM G., Laboratorio de Papel y Celulosa, Universidad de Florida, Tallahassee (Florida).
 PETERSON, FRANK T., Vicepresidente de la Black Clawson Co., Inc., 250 Park Avenue, New York 7 (N. Y.)
 RUMPF, A. NEWELL,* Vicepresidente del Harris Trust & Savings Bank, 115 West Monroe Street, Chicago (Illinois).
 SCHAFFER, E. R.,* Ingeniero Químico, Forest Products Laboratory, Forest Service, U. S. Department of Agriculture, Madison (Wisconsin).
 STEVENSON, LOUIS T.,* Tucker, Anthony & Co., 120 Broadway, New York 5 (N. Y.)
 TINKER, E. W., Secretario Ejecutivo de la American Paper & Pulp Association, 122 East 42nd Street, New York (N. Y.).
 VELEZ, GUILLERMO, Gerente de Exportaciones de la Cameron Machine Co., 61 Poplar Street, Brooklyn 1, New York (N. Y.).
 WALL, C. J.,* The Dorr Company Inc., Stamford (Connecticut).
 WOLLWAGE, JOHN C., Director de Investigaciones de la Kimberly Clark Corporation, Neenah (Wisconsin).

Finlandia

KEINO, JORMA, Metex Corporation, Helsinki.

Francia

ALLOUARD, PIERRE*, Centre Technique Forestier Tropical, 45 bis, Avenue de la Belle-Gabrielle, Nogent-sur-Marne (Seine).
 CENTRE DE RECHERCHES ET D'ETUDES POUR L'INDUSTRIE DE LA CELLULOSE ET DU PAPIER*, 3 rue de l'Amiral D'Estaing, Paris 16e.
 COLCOMBET, JEAN LOUIS, Sección Comercial de la Embajada de Francia en Buenos Aires.
 MICHON, JACQUES B., Director, Batineyret, 5 rue de Monttessuy, Paris 7e.
 REGIE INDUSTRIELLE DE LA CELLULOSE COLONIALE DU MINISTERE DE LA FRANCE D'OUTRE MER*, 52, rue Copernic, Paris 16e.
 VIAUD, MAURICE, Agregado Financiero para América Latina, Embajada de Francia en Buenos Aires.

Italia

POMILIO, GUIDO, Ingeniero Químico, Cellulose Development Corporation, Hatch End, Middlesex (Inglaterra).
 Presidente del Sindicato Celulosa Pomilio, Viale B. Buozzi 51, Roma.

3. Representantes de organismos internacionales

Naciones Unidas

RAÚL PREBISCH, Director Principal a cargo de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina, en nombre del Secretariado General.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

EGON GLESINGER, Subdirector de la División Forestal, en nombre del Director General.
 SIEGFRIED VON DER RECKE, Jefe de la Oficina Forestal Latinoamericana.

Noruega

TIMME, HARALD, Consejero Comercial de la Legación de Noruega en Buenos Aires.

Reino Unido

CELLULOSE DEVELOPMENT CORPORATION*, Hatch End, Middlesex.
 GRANT, JULIUS, Director, Pulp and Paper Research Co., Ltd, 35 New Bridge Street, London E. C. 4. Representante de la British Paper and Board Makers Association.
 HEYS, RALPH*, Director Gerente, Millspaugh Ltd., Alsing Road, Sheffield 9.
 METCALF, H. K., John Thompson Water Tube Boilers Ltd., Wolverhampton. (Gerente de la Oficina de Nueva York, 441 Lexington Avenue, New York 17).
 THE ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT*, 22 Ryder Street, St. Jame's, London S. W. I.

República Federal de Alemania

JABS, HERBERT K., Otto Wolff, Colonia, y Phrix Werke A. G., Hamburgo.
 NIETHAMMER, HORST, Gerente Técnico de Aschaffenburg Zellstoffwerke A. G., Redenfelden (Bavaria del Norte).
 SCHEPP, RUDOLF*, Químico Jefe, Aschaffenburg Zellstoffwerke A. G., Redenfelden (Bavaria del Norte).

Suecia

A. B. DEFIBRATOR*, 32 Mästersamuelsgatan, Estocolmo 7.
 BEREGARD, KNUT, A. B. Karlstads Mekaniska Werkstad, Karlstad.
 BRING, JOHAN E. T., Gerente de Ventas, A. B. Edkströms Maskinaffär, Floragatan 4, Estocolmo.
 EDLING, GUSTAV*, Vicepresidente, Swedish Steam Users Association, Box 783, Estocolmo.
 GIERTZ, HANS WILHELM, Swedish Forest Products Research Laboratory, Drottning Kristinas väg 61, Estocolmo.
 GYLLENHOF, CARL A., Leje y Thurne A. B., Estocolmo.
 JOHANSSON, RUNE, Gerente del Departamento de Maquinaria de Papel y Celulosa de Elof Hansson, Göteborg.
 LINDGREN, KARL*, Ingeniero Jefe, A. B. Ekströms Maskinaffär, Floragatan 4, Estocolmo.

Unión Sudafricana

KING, N. L., Consultor forestal, Rand Mining Timber Co. Ltd., P. O. Box 95, Piet Retief, Transvaal.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

ALFREDO PICASSO OYAGUE.

Administración de Asistencia Técnica (AAT)

RAÚL PREBISCH, Director Principal a cargo de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina, en nombre del Director General.

Comisión Económica para Europa (CEE)

EGON GLESINGER, Director de la División de Maderas de la CEE.

DISCURSOS PRONUNCIADOS EN LA SESION INAUGURAL DE LA JUNTA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS EN LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA EL 19 DE OCTUBRE DE 1954

I

DISCURSO DEL EXCELENTISIMO SEÑOR DON CARLOS A. HOGAN, MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA REPUBLICA ARGENTINA

Como Ministro del Poder Ejecutivo de la Nación Argentina, me es grato traer a esta reunión, en nombre del Excelentísimo Señor Presidente de la República, general Juan Perón, la bienvenida de nuestro gobierno a todos los señores delegados.

La importancia objetiva de esta conferencia internacional se vincula en la función indispensable y básica que el papel desempeña en la dinámica social moderna.

No obstante el valioso concurso de otros medios de comunicación, el papel se mantiene como elemento material necesario para el incremento de ideas y la promoción de la cultura humana. El aumento constante que se observa en su consumo mundial reclama una especial consideración para los problemas técnicos y económicos de su producción y comercio.

Cifras publicadas ponen de relieve la fuerte proporción que le cabe al consumo de papel para diario, calculándose que de las 1.500.000 toneladas métricas de papel que América Latina consume cada año, 400.000 corresponden a dicha clase.

Desde luego, el tema del papel se presta para amplios desenvolvimientos discursivos, dada su necesidad y su presencia en todas las actividades de la vida civilizada.

No me extenderé, sin embargo, en argumentos y comparaciones conocidas y sobreentendidas. Basta simplemente con tener perfecta conciencia de que se trata de un factor esencial para el mantenimiento del progreso humano y que, como tal, exige de nosotros la máxima atención en lo que se refiere a los distintos aspectos que plantea el equilibrio que es menester asegurar entre la permanencia y el acrecentamiento de ese consumo y el correlativo suministro de las fuentes de abastecimiento.

No menos fundamental es la celulosa, preciado producto de múltiples aplicaciones, que interesa a la industria del papel y a otras industrias también importantes, como la de los alimentos.

Ambos productos, la celulosa y el papel, han merecido desde tiempo atrás una preferente atención por parte del gobierno argentino. Ya en el Primer Plan Quinquenal de nuestro país se incluyó un plan especial relativo a celulosa y papel, sobre la base de antecedentes y estudios practicados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Tuvimos la satisfacción de comprobar que en materia de celulosa y papel la Argentina ofrece muy buenas posibilidades a causa de la excelente aptitud de varias de sus especies forestales y por las condiciones sobresalientes, en suelo y clima, de regiones que se prestan naturalmente para la producción en gran escala de estas materias primas.

Justamente una de las características de la transformación política, social y económica que la Argentina puede presentar al mundo estriba en su deseo de conocer lo mejor posible sus fuentes de riqueza a fin de activar su racional explotación en beneficio no sólo del pueblo argentino, sino de América y de toda la humanidad.

Declaro formalmente que este principio humanitario y universalista que acabo de enunciar no es en modo alguno una lírica y protocolar aspiración, sino uno de los postulados fundamentales de la doctrina en que se inspira el gobierno de nuestra Patria, adoptada como Doctrina Nacional por ley de nuestro Congreso y denominada Justicialista o Peronista en homenaje a su creador y principal realizador.

Dentro de esa orientación, en el Segundo Plan Quinquenal se incluyeron diversas medidas para el incremento de la producción de celulosa y papel.

Se trata en gran parte de previsiones referentes a la política forestal del país, con el propósito de crear, mantener, acrecentar y proteger esta fuente de riqueza.

Además, no hemos perdido de vista los recursos celulósicos provenientes de residuos de cosechas de diversos productos agrícolas, recursos también susceptibles de ser utilizados en la producción de distintos tipos de pastas químicas y de papel.

El delta del Río Paraná, situado a las puertas de Buenos Aires, y que llega en superficie casi al millón de hectáreas, tiene para nosotros, en materia de producción de celulosa y papel, una gravitación considerable, por la circunstancia —que los señores delegados podrán apreciar personalmente si tienen a bien visitarlo— de que su natural aptitud forestal celulósica proporciona rendimientos altamente satisfactorios.

Esta es la región de donde hemos de extraer gran parte de las materias primas que nos ocupan, complementándolas con las que habrá de proveernos la provincia de Misiones, cuyo aporte también es sumamente importante y ofrece condiciones en realidad excepcionales en el mundo para el cultivo de las especies forestales más interesantes para las industrias que estamos considerando.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería le cabe la responsabilidad de la investigación, fomento, fiscalización y ordenamiento de la riqueza forestal del país. Sus servicios técnicos reconocen como base orgánica una ley proyectada en el Primer Plan Quinquenal, y los estudios realizados han permitido comprobaciones y descubrimientos de gran trascendencia económica. Citaré, como ejemplo, el menor tiempo que para su crecimiento completo demandan algunas especies en nuestro país, en relación con otros.

En la política general concebida y planificada por el Excelentísimo Señor Presidente de la Nación, el postulado de independencia económica a cuya concreción convergen numerosas medidas de nuestro gobierno, en manera alguna resulta incompatible con la cooperación creciente entre todos los países. Por el contrario, nuestro propio desarrollo y la libre determinación que se obtiene gracias al control de los resortes fundamentales de la economía nacional, nos capacita hoy, mejor que en ningún otro período de nuestra historia, para elevar el nivel de nuestro intercambio con el resto del mundo en términos equitativos y beneficiosos para todas las partes.

En ese orden de ideas y propósitos hemos impulsado la expansión forestal del país y las industrias conexas.

La organización alcanzada y los adelantos obtenidos han de servir no sólo para afianzar nuestra independencia económica, sino también para promover ulteriores progresos en la complementación comercial que deseamos con los demás países.

En este sentido recibiremos con el mayor agrado todas las sugerencias que los señores delegados y expertos tengan a bien hacernos en lo que respecta tanto a la organización de la producción como a la industrialización y el comercio de los productos que nos interesan.

Nos place sobremanera la circunstancia de que la Comisión Económica para América Latina nos haya distinguido con la elección de nuestro país para asiento de esta Reunión. Desde luego, es ésta una oportunidad más para

estrechar vínculos con los representantes de los países hermanos del Continente, a cuya disposición estamos, como siempre, para colaborar con nuestra mejor voluntad en la consecución de los grandes ideales comunes.

Con estos sentimientos, formulo mis votos por el éxito altamente halagador de esta Junta. Está en manos de los señores expertos efectuar el aporte científico y técnico necesario a fin de proporcionar las bases que los gobiernos latinoamericanos necesitan para perfeccionar sus planes de producción de celulosa y papel, y contribuir por esta vía al bienestar de nuestros pueblos.

Al reiterar a los señores delegados la más cordial bienvenida del gobierno y del pueblo argentino, declaro, en nombre del Excelentísimo Señor Presidente, Juan Perón, inauguradas las sesiones de esta Junta.

2

DISCURSO DEL SEÑOR RAUL PREBISCH, DIRECTOR PRINCIPAL A CARGO DE LA SECRETARIA EJECUTIVA DE LA COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

Cuando el gobierno argentino hizo llegar a la CEPAL su honrosa invitación para que se llevara a cabo en Buenos Aires —bajo sus elevados auspicios— esta Junta de Expertos encontramos en ello una nueva expresión de su constante actitud de apoyo a esta organización regional de las Naciones Unidas. Concebí entonces la determinación de venir personalmente a expresar cuánto apreciamos este gesto confortante. Y en cumplimiento de este grato deber me encuentro aquí en estos momentos para presentar al Superior Gobierno el agradecimiento del señor Secretario General y del Director de la Administración de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, al cual agrego el mío propio y el de mis colaboradores en esta Reunión. Es ésta la primera oportunidad en que entra en contacto con el público argentino quien dirige en Santiago de Chile el cuerpo técnico de la CEPAL y piensa que acaso no esté fuera de lugar explicar cuál es el sentido que orienta los esfuerzos de la Comisión.

Una proporción considerable de la población mundial vive en muy precarias condiciones económicas y sociales. En forma impresionante se ha ido dilatando la diferencia entre el ingreso por habitante en los centros industriales y en esas grandes masas que pueblan la periferia de la economía mundial. Hay en ello un problema grave, que se ha venido planteando pertinazmente en el seno de las Naciones Unidas. Quienes propugnan la necesidad de grandes soluciones no comparten desde luego aquella ilusión propia del siglo XIX según la cual el libre juego de las fuerzas económicas internacionales aseguraría a los países menos desarrollados los frutos de la propagación del progreso técnico en el ámbito mundial. Sólo una vigorosa política de cooperación económica internacional podrá lograr este designio, pero no para sustituir a una política nacional de desarrollo, sino para complementarla mediante la cooperación técnica y económica de los países más avanzados.

Las Naciones Unidas se han propuesto colaborar en la articulación de esta política de cooperación internacional y la Junta que hoy comienza es una manifestación de este objetivo en el campo técnico. Esa política está apenas en sus comienzos —en comienzos inciertos y modestos todavía—, pues preocupaciones que se consideran de mayor apremio absorben el esfuerzo y los recursos de los grandes países. De ellos dependen primordialmente esas soluciones y nos corresponde a los funcionarios de las Naciones Uni-

das ir realizando los estudios indispensables para basar firmemente las medidas de cooperación internacional y enlazarlas con los programas de desarrollo de cada gobierno.

En el desempeño de estas tareas, los funcionarios de las Naciones Unidas, amparados por las disposiciones de la Carta, proceden con absoluta independencia, y no pueden recibir instrucciones particulares de ninguno de los gobiernos para salvaguardar íntegra su imparcialidad de criterio. Esto ha sido elemento importantísimo en la vida de la CEPAL y así lo han reconocido sus gobiernos miembros al dar permanencia a su funcionamiento.

Trátase de un problema de vastísimas proporciones. Transferir a los países menos desarrollados la técnica productiva moderna de los países avanzados, adaptándola a sus peculiares condiciones, es tarea que, aparte de otros requisitos, exige grandes inversiones de capital que esos países no podrían realizar sin comprimir peligrosamente el bajo nivel de vida de sus masas. Así pues, es indispensable el concurso del capital extranjero para acelerar el ritmo de crecimiento y corregir progresivamente las grandes desigualdades de ingreso entre los centros y la periferia de la economía mundial.

Por lo que toca a la América Latina, la Junta Preparatoria designada por la CEPAL para presentar recomendaciones concretas a la próxima Conferencia de Ministros de Hacienda o Economía que habrá de efectuarse en Río considera que durante un decenio se necesita un mínimo de 1000 millones de dólares por año de capital extranjero. Asimismo considera que ese capital debe provenir en sus dos terceras partes de las dos instituciones de crédito internacional cuyos préstamos destinados al desarrollo económico se estiman muy insuficientes, pues en los últimos cuatro años sólo han alcanzado un promedio de 80 millones.

Esto basta para dar una idea de la magnitud del problema. El costo de la cooperación técnica es también ingente y hasta ahora son escasos los recursos que han podido ponerse en juego. Sin embargo, el avance ha sido efectivo. Mientras se dan los pasos preliminares sobre el campo concreto, se ha venido registrando una transformación fundamental de actitudes frente a los problemas de desarrollo económico y en lograrlo han desempeñado papel predominante las Naciones Unidas. El concepto de que la industrialización, con la amplitud mayor o menor que requieren las condiciones de cada país, es una exigencia

inevitable del desarrollo y ha de acompañar estrechamente a la tecnificación de la agricultura, está abriéndose camino cada vez con firmeza más grande, pese al fuerte arraigo que tienen algunos prejuicios de tipo doctrinal no desaparecidos del todo todavía.

Esta Junta va a considerar un problema especial de la industrialización: el del papel y la celulosa. Otra Junta que efectuamos hace dos años en Bogotá se refirió a un tema quizá más significativo desde el punto de vista de la industrialización misma: el de la producción de hierro y acero en la América Latina. ¿Se habría concebido hace algunos lustros que una organización internacional que tiene entre sus objetivos estimular el intercambio recíproco entre los países para mejorar sus economías convocara a prestigiosos expertos mundiales para que, en conjunción con expertos latinoamericanos, recomendaran las formas más eficaces de industrializar las materias primas de nuestros países o de aprovechar en la industrialización su gran fuerza de consumo? ¿No conspira la industrialización contra el comercio internacional? ¿No será más ventajoso para los países latinoamericanos concentrar sus esfuerzos en las exportaciones y dejar que la industria se desenvuelva espontáneamente sin el apoyo de medidas protectoras?

Preguntas como éstas tienen una clara respuesta teórica y esa respuesta tiene que servir de fundamento a una política de desarrollo. No es en modo alguno incompatible la industrialización con el estímulo a las exportaciones y al comercio internacional. Si lo fuera no podríamos defenderla los funcionarios de las Naciones Unidas. El planteamiento que hemos hecho los economistas de la CEPAL es el siguiente. Alrededor del 60 por ciento de la población activa de la América Latina trabaja aún con escasísima productividad en la producción primaria, principalmente en la agricultura. Hay además una proporción sensible de población con actividades artesanales de baja productividad. Es necesario dar gran impulso a la tecnificación de la agricultura y a estas otras actividades. A medida que avanza la tecnificación no se justifica ya en ellas una proporción tan grande de gente. Se requiere cada vez menos en la producción primaria y en aquellas otras tareas de baja productividad y más en la industria y los servicios. Las exportaciones sólo pueden absorber una proporción relativamente pequeña de la mano de obra liberada por el avance de la tecnificación y corresponde esta función dinámica a la industria y los servicios. De ahí, pues, el vínculo estrecho que existe entre la industrialización y la tecnificación de la agricultura. No sólo no hay incompatibilidad entre ellas, sino que los dos procesos son complementarios y cualquier extralimitación en uno u otro sentido entorpece el desarrollo económico.

Si se mantiene adecuada relación entre ambos procesos, la industrialización no tiene por qué afectar a las exportaciones ni por tanto al comercio internacional. Es cierto que, al producirse internamente artículos que antes se importaban, disminuyen o desaparecen ciertas importaciones. Pero otras toman muy pronto su lugar. La demanda de productos industriales y en consecuencia de sus importaciones en los países en desarrollo es muy intensa, y la protección que exige el desenvolvimiento de la industria sólo cambia la composición de las compras en el exterior sin estorbar su crecimiento, si es que esa protección se mantiene dentro de ciertos límites.

Tienen un carácter muy distinto los derechos aduaneros con que los grandes centros industriales detienen las importaciones de productos primarios. Hace muy pocos días un economista de los Estados Unidos con el que discutía

los problemas de la próxima Conferencia de Río me decía con gran convicción: ¿No cree usted incongruente reconocer la protección para industrializar la América Latina y demostrar satisfacción al propio tiempo por la política de reducción de derechos —o al menos de evitar que aumenten— que viene persiguiendo la administración de los Estados Unidos? No hay tal incongruencia. No es admisible la misma política económica en el centro de la economía mundial que en los países periféricos en desarrollo. El aumento de derechos a un producto primario en el centro afecta desfavorablemente a las importaciones y al comercio mundial, pues al disminuir la importación de ese producto no tienen por qué aumentar las de otros en forma que compense esa disminución. En cambio, en un país en desarrollo la disminución de una importación da lugar al crecimiento de otras.

Ha sido indispensable acometer la revisión de los conceptos tradicionales para penetrar con hondura en los problemas del desarrollo y formular soluciones concretas. Tan ingenua es la doctrina de la División Internacional del Trabajo basada en el libre cambio como el concepto de autarquía del que sólo quedan por fortuna resabios inofensivos. Ambos conspiran contra el desarrollo pues aquella doctrina impide la industrialización y el concepto de autarquía entorpece el comercio internacional y no permite a los países de producción primaria expandir sus exportaciones a fin de industrializarse mejor.

Esa tendencia del consumo de productos industriales a crecer con mayor fuerza que el ingreso provocando un intenso crecimiento de la demanda de importación aparece típicamente en el caso del papel y la celulosa. El consumo del papel en América Latina tiende a crecer mucho más que el ingreso por habitante. En general podría afirmarse que en nuestros países por cada 1 por ciento del crecimiento del ingreso, el consumo de papel tiende a aumentar en 1,75 por ciento, y no es éste un fenómeno extraordinario. Es, por el contrario, característico de la demanda industrial que se dirige necesariamente a provocar una política de sustitución de las importaciones por producción interna. Sin ello no hay crecimiento y no hay industrialización.

Si el desarrollo económico se ve acompañado de característicos fenómenos de desequilibrio exterior en virtud del intenso aumento de la demanda de artículos industriales en contraste con el lento crecimiento de la demanda de importaciones de productos primarios en los grandes centros industriales, corresponde a una previsora política de desarrollo prevenir esos desequilibrios con medidas que estimulen la propia producción. En papel y celulosa hay un motivo más para hacerlo así. Tal y como se presenta el cuadro de los abastecimientos futuros, no parecería que los productores tradicionales se encuentren en condiciones de satisfacer el crecimiento probable de la demanda. Es pues indispensable disponer de nuevas fuentes de abastecimiento y, entre ellas apenas si han sido exploradas las que puede ofrecer la América Latina. A un ritmo moderado de crecimiento anual es dable estimar que para el año 1965 se habrá duplicado el consumo. Para que este incremento del consumo no presione demasiado fuertemente sobre una oferta mundial que no parece ni mucho menos prometedora, la América Latina tendrá que prepararse a aprovechar con intensidad sus materias primas. En nuestros estudios hemos llegado a la conclusión de que los proyectos actuales de desarrollo de la industria serán insuficientes. Hay que explorar nuevas fuentes y nuevos procedimientos.

Para contribuir al esclarecimiento de los problemas que ello plantea, las Naciones Unidas, conjuntamente con la

FAO, han provocado esta conferencia técnica. Se ha requerido una cuidadosa preparación de casi dos años para obtener el material básico sin el cual estas juntas suelen dispersarse en generalizaciones. El germen mismo de esta reunión data de algún tiempo más atrás, fué lanzado en una de las primeras conferencias de la CEPAL por dos distinguidos expertos de la FAO aquí presentes, los señores Egon Glesinger y Pierre Terver, a quienes rindo ahora mi homenaje.

Junto a los aspectos técnicos, consideramos aquí los aspectos económicos y financieros de la producción de papel y celulosa. Para hacerse una idea de la magnitud de estos últimos basta señalar que si la América Latina fuera a producir lo necesario para responder a todo el incremento de la demanda prevista para 1965 se requeriría una inversión de 750 millones de dólares o de 1.300 millones, según hipótesis razonables sobre el ritmo de crecimiento del ingreso.

Por supuesto que estas inversiones no han de considerarse en forma aislada, sino dentro de un programa general de desarrollo. Que sea técnicamente posible producir papel y celulosa en tal o cual lugar no quiere decir que ello sea aconsejable desde un punto de vista económico. Puede darse el caso de que otras inversiones resulten más económicas para un país. Y esto me lleva a otra materia a la que la CEPAL está dedicando mucho esfuerzo y atención: la programación del desarrollo económico. Espero volver a hablar de ello en Buenos Aires antes de algunas semanas.

Sin duda que el capital propio de los países latinoamericanos se interesará cada vez más en la producción de papel y celulosa si es que los gobiernos siguen una política previsora de estímulo. El capital extranjero demuestra también su interés y estoy seguro de que escucharemos oportunamente una declaración muy significativa en ese sentido, encarando el problema de la industrialización latinoamericana con una amplitud de miras que dejará muy grata impresión en los expertos de nuestros países. Habrá que buscar fórmulas que combinen adecuadamente la experiencia técnica y el capital extranjeros con la iniciativa del empresario de los países latinoamericanos. El problema dista mucho de haber sido resuelto. Es necesario vigorizar al empresario latinoamericano para que pueda hacer frente a la competencia del capital extranjero, pueda asociarse a él, o recibir los servicios técnicos de los empresarios foráneos en condiciones más favorables que en las que ahora se encuentra. He notado últimamente preocupación en un importante país de América Latina por un hecho sintomático. Los empresarios nacionales de una industria de consumo antes bien establecida se ven desalojados por competencia de empresarios extranjeros que están introduciendo nuevos procedimientos de fabricación. Tales procedimientos son también accesibles a los fabricantes del país, pero les falta capital suficiente para ponerlos en práctica. Aquí reside una de las principales raíces del mal que está impidiendo llegar a fórmulas razonables de cooperación exterior. Es necesario proporcionar al empresario latinoamericano acceso a las fuentes internacionales del capital y la técnica.

Sobre este punto de tanta significación también la CEPAL ha presentado una proposición concreta a los gobiernos que se reunirán en Río: el establecimiento de un Fondo de Desarrollo Industrial y Agrícola que preste a los empresarios de América Latina sin garantía de los gobiernos y a través del sistema bancario y financiero de cada país; se

espera que los Estados Unidos puedan dedicar a tal objeto 50 millones de dólares durante 15 años tomándolos de un impuesto que no recae sobre el contribuyente norteamericano sino que es de fuente latinoamericana: el que grava los beneficios obtenidos por el capital de los Estados Unidos invertido en nuestros países y cuyo rendimiento se estima en unos 100 millones de dólares al año. Además se prevé la colaboración de los mercados financieros y de las instituciones de crédito internacional.

Creo que una medida de esta índole, aplicada con entusiasmo y convicción, daría un impulso considerable a la iniciativa latinoamericana en la aceleración del desarrollo de nuestros países, y contribuiría a aliviar las tensiones que con frecuencia surgen cuando se hacen inversiones extranjeras en ellos.

No dudo de que esta iniciativa de la CEPAL será considerada con interés en esta Junta, aparte de los problemas de orden técnico a que se ve abocada. Con este propósito hemos congregado a destacados especialistas de los Estados Unidos, Canadá y Europa, y a autorizados expertos latinoamericanos. Todos ellos contarán con las facilidades que nos brinda gentilmente el gobierno argentino, y con la colaboración de sus propios especialistas tanto del campo oficial como de la iniciativa privada, que seguramente nos harán partícipes de los frutos de su provechosa experiencia. A todos hago llegar el reconocimiento de las Naciones Unidas por los trabajos que han preparado y por las luces que su ciencia y experiencia habrá de aportar a esta reunión.

No ha sido fácil en verdad la tarea de congregarlos, ni la preparación de la nutrida documentación que se presenta a la Junta. Por fortuna, hemos contado con dos codirectores de primera fila: el sueco Arne Sundelin, designado por la FAO, y el mexicano Carlos Quintana, que, por haber sido elegido por nosotros para ese puesto y desde dentro de nuestra organización, merece de mí palabras especiales. Es un cerebro bien organizado y penetrante, y tiene fe en la industrialización de la América Latina. Es el tipo de hombre joven y entusiasta que he logrado atraer a Santiago para llevar a cabo la vasta y estimulante tarea en que estamos empeñados. A ella estoy dedicando ahora todas mis energías, con el mismo entusiasmo —acaso un poco más templado— que puse otrora en trabajos al servicio de este país argentino.

Yo no dudo, señores, que en el aspecto financiero y principalmente, en los aspectos técnicos, relativos al papel y la celulosa, esta Junta tendrá el éxito que seguramente esperan las autoridades argentinas, dignamente representadas por el señor Ministro de Agricultura. Nada halaga tanto y tan legítimamente el sentimiento argentino como saber que su concurso ha servido a los países latinoamericanos. Por esa razón, abrigo la esperanza de que los técnicos argentinos que concurren a esta Junta, tanto los del campo oficial como los de la iniciativa privada, sepan poner a disposición de los demás el aporte valioso de su propia ciencia. Por este posible aporte de la experiencia nacional, he deseado mucho que esta Junta se realizara en Buenos Aires. Espero que huéspedes tan selectos sepan encontrar en esta ciudad el calor y la generosidad de la amistad argentina, de la amistad de mis compatriotas. Y nada será más grato para mí que saber que al despedirse de Buenos Aires, todos ellos abrigan sentimientos de viva simpatía por este país dilatado y fructífero y por los hombres que trabajan en él para engrandecerlo en pacífica convivencia internacional.

DISCURSO DEL SEÑOR EGON GLESINGER, SUBDIRECTOR DE LA DIVISION FORESTAL DE LA ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA

La apertura de la Junta Latinoamericana de Expertos en la Industria de Papel y Celulosa señala una fecha importante en la historia de la FAO.

En el transcurso del último medio siglo la fabricación de papel y celulosa, que daba salida a una pequeña cantidad de madera rolliza de escaso diámetro, ha llegado a constituirse como una verdadera industria que compite ya con los aserraderos por el primer lugar entre las industrias forestales. Los aserraderos del mundo utilizan todavía casi el doble de la madera rolliza que se emplea en la industria de la celulosa. Pero en Europa y Norte América la producción de papel y celulosa excede ya en valor a la que tienen los aserraderos. Las fábricas de celulosa utilizan en Suecia aún más madera rolliza que los famosos aserraderos del país, y en otros muchos países las fábricas de celulosa son fuertes competidores de los aserraderos en la adquisición de este tipo de madera. Por lo tanto, no es necesario subrayar la atención prestada por la FAO al desarrollo de las industrias de papel y celulosa dentro del marco de su programa forestal.

Permítaseme mencionar brevemente los acontecimientos principales que han llevado a esta Conferencia que se inaugura hoy:

En abril de 1949, la FAO organizó una conferencia preparatoria sobre celulosa en Montreal.

En junio de 1949 tuve el privilegio de asistir al segundo período de sesiones de la CEPAL en La Habana y en esa oportunidad la FAO llamó la atención sobre la importancia de desarrollar las industrias de papel y celulosa en América Latina. A partir de esa fecha, ha habido una fructífera cooperación entre las dos organizaciones, a base de un contacto regular y de los esfuerzos conjuntos realizados ha surgido la presente reunión.

En junio de 1951 mi colega señor Terver presentó al cuarto período de sesiones de la CEPAL un informe acerca de las perspectivas latinoamericanas en papel y celulosa, que motivó la aprobación de una resolución por la que se invitaba a la FAO y a la CEPAL a emprender conjuntamente un estudio acerca de las "Posibilidades para el Desarrollo de la Industria del Papel y Celulosa en América Latina". Este estudio conjunto, como ustedes saben, fue presentado al *Quinto Período de Sesiones de la CEPAL celebrado en abril de 1953* en Río de Janeiro.

En el verano de 1951 la UNESCO advirtió al Consejo Económico y Social acerca de las peligrosas repercusiones que tendría la escasez de papel, y

En septiembre de 1951 el Consejo Económico y Social aprobó una resolución solicitando al Director General de la FAO que asesorara a los gobiernos miembros sobre un programa a largo plazo destinado a proporcionar a todos los países abastecimientos adecuados de papel y celulosa para hacer frente a sus necesidades crecientes.

Desde que se aprobó la resolución mencionada, ha desaparecido la aguda escasez de papel que había ocasionado el auge de materias primas cuando la guerra de Corea. Sin embargo, el problema a largo plazo sigue existiendo. En consecuencia, la FAO, conjuntamente con las Comisiones Regionales Económicas para América Latina y Europa ha continuado su labor y ha realizado, en particular lo siguiente:

— El envío de misiones a 24 países con el fin de estudiar las disponibilidades de materias primas papeleras y celulósicas, así como las posibilidades económicas para la instalación de fábricas de papel y celulosa.

— Una discusión entre expertos en celulosa organizada en diciembre de 1952 con el propósito de determinar las posibilidades tecnológicas

y el posible costo de fabricación de papel y celulosa a base de maderas tropicales, bagazo, paja y otras materias primas menos corrientes. Los resultados obtenidos de esta discusión se publicaron en un folleto titulado "Raw Material for More Paper" que llamó mucho la atención y que se utiliza y cita continuamente. Me es grato saludar aquí a muchos de los que cooperaron en este trabajo y que siguen colaborando continuamente con nosotros.

— La preparación de un estudio mundial sobre las perspectivas de papel y celulosa para ser presentado en la próxima reunión del Consejo Económico y Social. Ese estudio acaba de imprimirse y está siendo distribuido entre los delegados a esta Junta.

Conforme todas estas actividades se iban realizando, fuimos dándonos cuenta de que llegaba el momento de presentar los resultados de estas investigaciones técnicas y locales a los gobiernos industriales y técnicos latinoamericanos. Por lo tanto, en el verano de 1952, la CEPAL y la FAO, en cooperación con la AAT decidieron celebrar esta Junta Latinoamericana de Expertos en la Industria de Papel y Celulosa.

Esta breve reseña histórica de actividades demuestra la gran importancia que la FAO concede a esta Junta. En consecuencia, no se sorprenderán ustedes si les digo que tanto el señor Leloup, Director de la División de Bosques de la FAO, como el Director General de la Organización, Dr. Cardon, tenían la intención de asistir personalmente, por lo menos a parte de esta reunión. El Dr. Cardon no pudo hacerlo debido a tener que asistir a la sesión del Consejo de la FAO y a otras reuniones urgentes, y el señor Leloup tuvo que suspender su viaje en el último momento por otros compromisos ineludibles. Por lo tanto, mi primer y más importante deber es el de expresarles en nombre del doctor Cardon y del señor Leloup su pesar por no encontrarse aquí hoy, así como sus mejores deseos por el éxito de la Junta.

Es costumbre en los discursos de la inauguración recalcar que la conferencia tiene la mayor importancia. Permítanme asegurarles que al referirme al significado de esta reunión, no empleo frases hechas, sino que, en mi opinión, el desarrollo de la capacidad de producción de papel y celulosa en América Latina es asunto de máxima importancia por tres razones básicas que, por ser esencialmente independientes entre sí, se refuerzan entre sí. Estas tres razones son las siguientes:

I. El elevado consumo de papel y el alto nivel de vida están vinculados de manera casi inseparable. Un nivel de vida está constituido por muchos elementos, pero un alto nivel de vida nunca se logra sin cantidades apreciables de alimentos, textiles, materiales de construcción y otros productos esenciales. El papel es uno de estos últimos. Quizás el tamaño de la edición dominical del *New York Times*, comparado con el de los diarios de Francia y Gran Bretaña, no dé la pauta precisa del correspondiente grado de civilización logrado en esos países. Sin embargo, los argumentos sostenidos por la UNESCO quedan en pie; es decir, la alfabetización exige como condición previa la disponibilidad de libros de texto, y la democracia moderna no puede funcionar en debida forma sin diarios de tamaño y circulación razonables. Es igualmente cierto que los métodos modernos de distribución requieren enormes cantidades de papel de envolver y empaquetar, tanto para efectuar una distribución eficaz como para mantener la higiene pública.

Por consiguiente, la primera razón que confiere importancia a esta Junta la constituye el hecho de que debemos tomar las providencias necesarias para lograr el rápido incremento del abastecimiento de papel de todas clases, si queremos asegurar que el nivel de vida de los pueblos latinoamericanos tenga el ritmo de aumento posible y deseable.

II. El segundo aspecto importante de esta conferencia ha sido mencionado ya por el Dr. Prebisch: el papel que pueden desempeñar en el desarrollo industrial y económico de los países nuevos las fábricas de papel y celulosa. Siempre he tenido la convicción de que las fábricas de celulosa representan una clase de inversión financiera muy adecuada a las primeras fases de la industrialización, siempre que se tengan presentes las tres necesidades básicas de la industria, es decir, madera, agua y energía. Esto contrasta con el caso de otras industrias secundarias que pueden funcionar debidamente sólo dentro del marco de una industria bastante desarrollada y que, por lo tanto, son menos apropiadas para las primeras fases del desarrollo industrial.

Estas son las consideraciones que han inducido a la FAO y tres Comisiones Económicas Regionales de las Naciones Unidas a apoyar una medida de descentralización de la producción de celulosa y papel y el establecimiento de fábricas en América Latina y otras regiones del mundo, que hasta ahora han dependido principalmente de las importaciones para sus abastecimientos de celulosa y/o papel.

Así pues, el segundo aspecto que se destaca en esta Junta es el hecho de que contribuirá al firme progreso del desarrollo económico latinoamericano. Al mismo tiempo deparrará nuevas oportunidades de mayor cooperación entre los países industrializados de Europa y Norte América y esta región, máxime si fuera posible asociar los conocimientos técnicos de los países de gran producción de celulosa y el interés en las exportaciones de los fabricantes de maquinaria para celulosa y papel norteamericanos y europeos con el desarrollo de la industria que venimos a discutir aquí. El Profesor Gunnar Myrdal, Secretario Ejecutivo de la Comisión Económica para Europa, con quien tengo el privilegio de estar en estrecho contacto, tiene interés especial en este aspecto de las deliberaciones de esta Junta y se proponía venir a Buenos Aires para participar personalmente en las discusiones que mantengan ustedes sobre comercio y financiamiento. Desafortunadamente, la importante Conferencia sobre el Comercio Este-Oeste que se celebra en estos momentos en Ginebra requiere su presencia allí.

III. Hay una tercera razón por la cual esta Junta nos interesa vivamente a los funcionarios de la FAO como asunto de importancia muy especial: me refiero al hecho de que el desarrollo paulatino de la capacidad productora de papel y celulosa es probablemente la llave que abrirá la puerta del enorme tesoro que representan más de 900 millones de hectáreas de bosques de la América Latina. Les ruego que me permitan extenderme sobre este aspecto en particular, tanto para ilustrar lo que deseo exponer, como para disipar ciertos conceptos erróneos peligrosos y muy diseminados acerca de la relación entre la superficie de los bosques latinoamericanos y la importancia potencial de sus industrias de papel y celulosa, por lo menos en el futuro previsible.

Los grandes bosques de América Latina abarcan una tercera parte de la superficie de esta región. Constituyen una cuarta parte de la superficie boscosa total del mundo. Para ilustrar el mundo de esta reserva en términos más expresivos, basta recordar que la producción mundial presente de

papel y celulosa requiere unos 180 millones de metros cúbicos de madera rolliza por año. Suponiendo que todos los bosques latinoamericanos pudieran producir madera al actual promedio de 3 metros cúbicos por hectárea y que la corta anual incluyera 1 metro cúbico de madera rolliza para pulpa, se vería en forma constante un rendimiento cinco veces mayor que el actual consumo de papel en el mundo. En efecto, solamente en Bolivia existen tantos bosques como en Suecia y Finlandia juntas, bosques que producen en su conjunto un total de 5 millones de toneladas de celulosa, o sea más de tres veces las necesidades actuales de América Latina en esa materia prima.

Por desgracia, estas cifras estadísticas son tan propicias al error, como sorprendentes. Poseer reservas forestales adecuadas no supone en manera alguna la posibilidad de establecer una fábrica de papel. En realidad, aún en bosques homogéneos de maderas blandas accesibles, existen tantos otros factores que deben tenerse presentes, que sólo relativamente algunos de ellos ofrecen la localización adecuada para emplazar una fábrica de celulosa. Por esta razón la América Latina, a pesar de sus vastos recursos forestales, cuenta con tan pocas fábricas modernas de papel. Y naturalmente, esta es la razón principal por la cual la Junta que hoy se reúne aquí debe encontrar un programa práctico para corregir esta situación aparentemente paradójica.

En primer lugar, deben abandonarse las generalizaciones e investigar más detenidamente los recursos de materias primas de que se dispone. Propongo hacer una distinción de ellas en cuatro categorías, a saber:

a) Bosques tropicales; b) Coníferas indígenas; c) Plantaciones, y d) Bagazo.

La lista no es completa. He omitido deliberadamente unos 100 millones de hectáreas de bosques de especies latifoliadas de clima templado, pues quizás, con la excepción de Chile, no constituyen una de las fuentes principales latinoamericanas de materias primas celulósicas; y no me propongo distraer la atención de ustedes haciendo una reseña de las contribuciones potencialmente significativas de la paja, bambú y otras fibras que el fabricante de papel puede utilizar. Me ceñiré a las materias primas principales que tienen una significación práctica más inmediata.

A) Comencemos por los bosques tropicales de especies perennes y de madera dura de América Latina que representan el gran volumen de los recursos forestales de la región. Abarcan unos 800 millones de hectáreas, o sea más de seis veces la superficie de todos los bosques europeos situados al oeste de la Unión Soviética y, en realidad, una superficie 60 por ciento mayor que la totalidad del "viejo continente".

Hasta ahora estas maderas tropicales no se han transformado en celulosa. ¿Por qué? En primer lugar, porque los bosques tropicales se componen de una gran variedad de especies, en tanto que los fabricantes de papel están habituados a utilizar materias primas homogéneas, tales como picea o pino. En segundo lugar, las diferencias de peso específico entre las especies tropicales son mayores que las que se dan entre las maderas de zonas templadas. Tercero, los precios de las maderas tropicales han sido elevados hasta ahora por ser pocas las especies que han adquirido valor comercial, con el resultado de que los bosques tropicales son "descremados" en lugar de desmontarse en forma sistemática. Por lo tanto, los costos de explotación son elevados y hasta prohibitivos con frecuencia para todas las maderas, excepto las maderas preciosas.

Finalmente, está demorada la utilización comercial de los

bosques tropicales debido a que no hay disponibles: mano de obra especializada, medios adecuados de transporte, energía eléctrica barata, productos químicos y otros factores esenciales para la producción; así, el establecimiento de una fábrica de papel y celulosa representa una inversión mucho mayor de la que se precisa en las zonas más desarrolladas industrialmente.

En cierto modo, estas dificultades han constituido un arma de la naturaleza para su propia conservación, pues de no haber existido estos obstáculos se habrían establecido las industrias y hubiera habido mayor destrucción aún que algunos bosques de zonas templadas del mundo han experimentado ya. Contrariamente a lo que se cree, muchos suelos tropicales, especialmente en América Latina, son poco fértiles; la capa de humus es frecuentemente delgada y se deteriora con rapidez si está expuesta a los rigores de la naturaleza. La tierra es sensible a las lluvias fuertes y a la sequía, y al suprimir la protección de los árboles la erosión destruye la tierra. Por lo tanto es indispensable que el aprovechamiento industrial de los bosques tropicales se vea precedido por programas de administración científica para la protección de la tierra y los bosques, con el fin de asegurar su productividad permanente.

Existen ya esos métodos para la administración de bosques tropicales. Han sido probados con éxito en condiciones similares en África y otras regiones. Asimismo, se han experimentado métodos para la elaboración de celulosa a base de maderas tropicales y han sido aplicados durante muchos años en fábricas piloto con resultados satisfactorios. Se ha comprobado que la composición heterogénea de los bosques tropicales no constituye un obstáculo insuperable; las mezclas tropicales a base de unas 50 especies se han sometido con éxito a cocción en digestores y han producido mejor celulosa que cuando se empleó una sola especie tropical. Parece deseable establecer grupos de especies, para que toda la madera de una carga destinada a ser transformada en celulosa se mantenga dentro de ciertos límites de peso específico, por ejemplo, de 0,5 a 0,7; estas condiciones de "heterogeneidad homogeneizada" pueden establecerse sin mayor dificultad. Debe señalarse que en algunos casos pueden obtenerse también abastecimientos homogéneos de madera bajo condiciones tropicales. En todas las regiones tropicales de América Latina existen importantes zonas cubiertas de montes puros de *Cecropia* (cetico o guarumo o imbaúba); además hay macizos boscosos de esta especie pura que crecen a menudo después de haber desmontado superficies vírgenes de maderas mezcladas, o después de haber abandonado tierras dedicadas a plantaciones de banano. El cetico se caracteriza por un crecimiento muy rápido y posee excelentes cualidades tanto para pasta mecánica como para pasta química.

Los expertos forestales de las estaciones experimentales de todo el mundo buscan en la actualidad la forma de reemplazar los montes vírgenes de menor valor comercial por bosques de segundo crecimiento, compuestos de una cantidad algo más reducida de las especies que se necesitan. Se han logrado grandes progresos y dentro de pocas semanas los resultados obtenidos en todo el mundo se harán conocer y se podrán discutir durante el Cuarto Congreso Forestal Mundial que se celebrará bajo el patrocinio de la FAO en Dehra Dun, India, y que ha elegido la silvicultura tropical como su tema más importante.

Se cree por lo común que esta transformación de los bosques tropicales en macizos boscosos de segundo crecimiento y cuidadosamente planeados en su composición, constituye la solución mejor, no sólo para que estos bosques

sean más útiles en un terreno general, sino para construir gradualmente una gran industria de papel y celulosa en los trópicos.

Todos estos problemas constituyen los temas principales de esta reunión y no puedo anticiparme a sus discusiones, pero puedo permitirme hacer una advertencia contra el peligro de eliminar exageradas esperanzas. El progreso será lento; y así debe ser si deseamos evitar fracasos y contratiempos. Pero ha llegado el momento de efectuar un ensayo en escala industrial, porque nuestros conocimientos han llegado ya al punto en que el riesgo inherente al establecimiento de una bien planeada fábrica tropical de celulosa no sobrepasa los límites normales de la práctica comercial, siempre que se elija una ubicación adecuada. No es posible seguir dejando ociosas las selvas tropicales latinoamericanas. Señor Presidente, a mi modo de ver, esta es la meta a que debe dirigirse el esfuerzo de esta Conferencia.

B) América Latina posee otra fuente importante de celulosa en sus coníferas autóctonas. Aunque sólo cubre el 3 por ciento de la superficie total, representan cerca de 27 millones de hectáreas, o sea una superficie forestal mayor que la total de Suecia. En realidad, si estuvieran debidamente concentradas y accesibles, estas coníferas autóctonas podrían producir en forma permanente, sobre una base de rendimiento sostenido, toda la madera rolliza para celulosa necesaria para satisfacer el consumo probable de papel en América Latina durante cierto tiempo.

Debemos distinguir entre dos tipos: el más importante, las araucarias, de las cuales la más conocida es el famoso pino del Paraná, ocupa cerca de 10 millones de hectáreas en plantaciones uniformes y de gran densidad en la parte sur del Brasil y del territorio argentino más próximo. Existe ya en el Brasil una importante fábrica que produce pasta química a base de araucaria, especie que no presenta nuevos problemas fundamentales para el fabricante de papel. La regeneración artificial ha dado resultados altamente satisfactorios y se han recibido informes acerca de rendimientos de 10 metros cúbicos y aún más por hectárea. Una cifra mucho más baja sería incluso suficiente para satisfacer las necesidades de celulosa en América Latina si todos los bosques de pino del Paraná fuesen utilizados con tal fin y puestos bajo la debida administración. A pesar de que una gran parte de estos bosques se encuentran mal situados en relación con el transporte, la energía y otros factores de la producción, el pino del Paraná probablemente ha de seguir siendo una fuente importante para la fabricación de celulosa.

La segunda concentración de coníferas autóctonas se encuentra en México, América Central —especialmente Guatemala y Honduras—, y Haití. Cuenta con unos 15 millones de hectáreas de diversos pinos, la mayor parte de ellos es probablemente adecuada para la elaboración de celulosa. Algunos están listos para utilizarse con este fin. Sin embargo, una gran parte de estos bosques de pinos tienen importantes funciones de protección y no debieran estar expuestos al uso industrial común. Ya han sido ocasionados fuertes daños a estas plantaciones y desmontes excesivos por la extracción de resina, los incendios y los insectos. Por lo tanto, unos 2 millones de hectáreas en las regiones de Michoacán, Chihuahua y Guerrero de México, pueden clasificarse actualmente como fuente de materia prima para la elaboración de celulosa.

Otras regiones de pinos de América Latina podrán en su día llegar a ser importante fuente extractiva de esta materia prima.

C) Las plantaciones de especies de madera rolliza para celulosa y que tienen rápido crecimiento representan una tercera fuente de importancia; 250 mil hectáreas de pino insigne, gradualmente establecidas en Chile desde comienzos del siglo, han llegado a conocerse en el campo internacional por su ritmo de crecimiento excepcionalmente alto, que se afirma que alcanzó un promedio de 20 y a menudo 30 metros cúbicos anuales por hectárea. Se espera que dentro de pocos años, estas plantaciones rindan anualmente más de 3 millones de metros cúbicos de madera rolliza para celulosa. Actualmente hay allí, en construcción, una fábrica de papel de diario y se espera que dentro de breve tiempo se comenzará la construcción de una fábrica de celulosa para la fabricación de papel tipo kraft.

Se han iniciado plantaciones de araucarias en el Brasil y la Argentina, en considerable escala; de árboles de especies tropicales latifoliadas en ciertos lugares del Brasil y de álamos de rápido crecimiento en el delta del Río de la Plata. El significado potencial de las plantaciones para el suministro potencial de madera rolliza celulósica es considerable, dado que un millón de hectáreas de esas plantaciones podría producir de nuevo, en forma continua, en lugares razonablemente accesibles y en macizos homogéneamente concentrados, toda la madera para celulosa que pueda necesitar la América Latina.

Las plantaciones resultan atractivas, pues introducen la idea de moldear la naturaleza según las necesidades de la industria, procedimiento que podría resultar más fácil o más barato que el método habitual de adaptar la industria a la naturaleza. Pero el problema no es tan sencillo como parece. La experiencia demuestra que masas boscosas puras y de edad uniforme de determinada especie solamente, son muy vulnerables a los insectos y a las enfermedades; y también se cree que la monocultura puede afectar adversamente las condiciones del suelo. En todo caso, fundar una industria grande y nueva sobre unos cuantos miles de hectáreas de plantaciones forestales simplemente porque aún no se han podido solucionar los problemas relacionados con la utilización de cientos de millones de hectáreas de bosques naturales, puede parecer práctico, pero no estimo que sea la solución de tipo permanente que hemos venido a discutir aquí.

D) Una cuarta y relativamente importante fuente de materias primas para la celulosa es la que ofrece el bagazo de la caña de azúcar. El abastecimiento latinoamericano de este producto de desecho se calcula en unas 12 a 15 millones de toneladas de peso en seco.

Ahora bien, si se dispusiera de todo el bagazo que produce América Latina para su industrialización, podrían obtenerse hasta 6 millones de toneladas de pasta química, equivalente a casi cuatro veces el consumo actual de papel en la región. En realidad, sólo una fracción de la cantidad mencionada podrá ponerse a disposición de las fábricas de papel.

El bagazo es el combustible principal de los ingenios azucareros, y sólo se hallan disponibles excedentes de importancia en aquellas fábricas modernas que poseen calderas adecuadas o en lugares en que se dispone de un combustible de sustitución que sea barato. También el hecho de que muchos ingenios trabajen sólo de tres a seis meses del año, supone que el bagazo debería enfardarse, secarse y almacenarse a un costo considerable, para poder permitir la fabricación continua de celulosa.

Por lo tanto, las posibilidades de establecimiento de una fábrica de papel y celulosa basada en el bagazo son más

limitadas de lo que podría parecer a primera vista. Sin embargo, es importante recordar que puede producirse pasta de fibra larga, de buena calidad, y a bajo costo a base de bagazo mediante métodos que sólo recientemente han sido perfeccionados y sobre los cuales se hablará más en el curso de esta reunión. En esta forma, las ya enormes reservas de materias primas para celulosa provenientes de los bosques latinoamericanos podrán complementarse gracias a un abastecimiento limitado, pero de todos modos importante de residuos agrícolas, que probablemente adquirirá especial incremento en América Central y en la zona del Caribe.

La impresión fundamental que se desprende de este brevísimo informe acerca de los recursos latinoamericanos para fabricación de celulosa, puede resumirse muy bien usando el término francés del "embarras de richesse". Y, sin embargo, a pesar de esta riqueza y del bien conocido dinamismo y espíritu de aventura de los industriales latinoamericanos, la región no posee hasta la fecha sino pocas instalaciones modernas para la fabricación de pasta química y sólo una planta moderna para papel de diario.

Si se examina más a fondo la actual industria de celulosa de América Latina, surgen otros dos hechos significativos. El primero es que todas las fábricas de celulosa existentes se basan sobre lo que se podría llamar las tradicionales —pero para América Latina secundarias— fuentes de fibras y el segundo que, a pesar de la abundancia de tales materias primas tradicionales —coníferas autóctonas, plantaciones forestales y residuos agrícolas— la capacidad de producción de celulosa en América Latina es aún alrededor de 500 mil toneladas, o sea, menos de un tercio del consumo corriente de la región.

En mi opinión, esta situación sólo puede atribuirse en parte a lo inadecuado del abastecimiento y en parte a lo apropiado de las materias primas. La producción de celulosa a base de maderas tropicales está sólo comenzando. Sin embargo, el desarrollo de una gran industria de papel y celulosa depende también en forma considerable del progreso industrial general de la región, de la disponibilidad de capitales y equipo de varios otros factores similares. Creo sinceramente que la industrialización y las condiciones económicas generales para el progreso han llegado al punto de permitir el crecimiento bastante acelerado de una importante industria latinoamericana de papel y celulosa. Estoy casi seguro, además, de que a lo largo de este proceso se comprobará que las materias primas de América Latina son mucho más adecuadas para la fabricación de celulosa de lo que se creía antes.

Al hacer estas manifestaciones pienso en primer lugar en los bosques tropicales tanto en su estado actual como en los montes de segundo crecimiento en que paulatinamente deben transformarse. Debo admitir que en esta creencia influye un deseo profundamente arraigado de que se produzca tal desarrollo. Porque el día en que la celulosa se fabrique con la mezcla de maderas proveniente de las selvas tropicales de América Latina, se aumentará en el mundo en forma casi ilimitada el abastecimiento potencial de celulosa junto con su variedad infinita de productos. En tal caso es posible que parte de la madera adquiera una significación más amplia en la vida económica del mundo que la que tiene hasta ahora.

Tiene aún mayor importancia y significado el hecho de que la fabricación de celulosa a base de maderas tropicales hace posible la transformación de 800 millones de hectáreas de tierras no aprovechadas en regiones económicamente productivas. Esto podría llegar a ser la mayor ampliación de

fronteras de la humanidad alcanzada en nuestros tiempos. Es evidente que si los bosques tropicales de América Latina y de otras regiones de la tierra no se utilizan en gran escala —por ejemplo para la fabricación de celulosa— es difícil que lleguen a ser bienes económicos de importancia. La industria maderera o la extracción de maderas preciosas no será por sí sola una solución satisfactoria.

Al esperar el ordenamiento de los bosques tropicales como fuente máxima de la futura industria celulósica latinoamericana, no olvido las enormes dificultades que deben resolverse, solventarse y a las cuales ya me he referido en este discurso. Durante mi carrera profesional recuerdo haber oído hablar de múltiples proyectos acerca de nuevas plantas de celulosa y papel, pero recuerdo también haber visto casi siempre que sólo una parte de esos proyectos se tradujeron en la instalación de fábricas nuevas. Hay un trecho largo entre la selección de una zona aparentemente conveniente para la instalación de una fábrica de celulosa y la fabricación de la primera tonelada de pasta que sale de sus máquinas. Es muy corriente tener que explorar —para rechazarlo después— un emplazamiento tras otro hasta encontrar uno que combine todas las condiciones técnicas y económicas que garantizan el trazado de planes definitivos. Y aun cuando éstos estén listos, se tropieza con un sinnúmero de obstáculos hasta conseguir capital, equipo apropiado y, sobre todo, personal adecuado para iniciar las actividades de la fábrica. Señalo estas dificultades porque creo importante que quienes hoy están aquí presentes sepan preverlas y en consecuencia no se dejen desanimar por ellas. Esas dificultades han sido resueltas en otras partes, y serán y deben ser resueltas aquí. Creo sinceramente que esta Conferencia se reúne en el momento propicio para lograrlo. Los últimos diez

o veinte años han proporcionado las soluciones requeridas para la implantación de una industria moderna de papel y celulosa en esta importante región del mundo. Se necesita solamente un pequeño paso final. Creo que la Conferencia tiene la oportunidad real de dar este paso. Si el tiempo es propicio, las circunstancias de nuestra reunión no lo son menos. Somos en verdad afortunados por el hecho de que el gobierno de la Argentina ha consentido generosamente en ser nuestro anfitrión.

No es ésta la primera vez que la Argentina ha dado pruebas de su decidido apoyo a las diversas actividades de las Naciones Unidas. Hace dos años, la sesión de la Comisión Forestal Latinoamericana tuvo el privilegio de celebrar sus reuniones aquí en Buenos Aires. Deseo referirme especialmente al hecho de que uno de nuestros apreciados amigos argentinos, el Dr. Lucas Tortorelli, Administrador General de Bosques Nacionales, es actualmente Presidente de esa Comisión. Asimismo hace menos de un mes el Gobierno Argentino recibió a la Tercera Reunión Regional Latinoamericana de la FAO. Por lo tanto, resulta evidente para nosotros que la escena de nuestras reuniones se presta a la discusión fructífera de medidas de cooperación internacional.

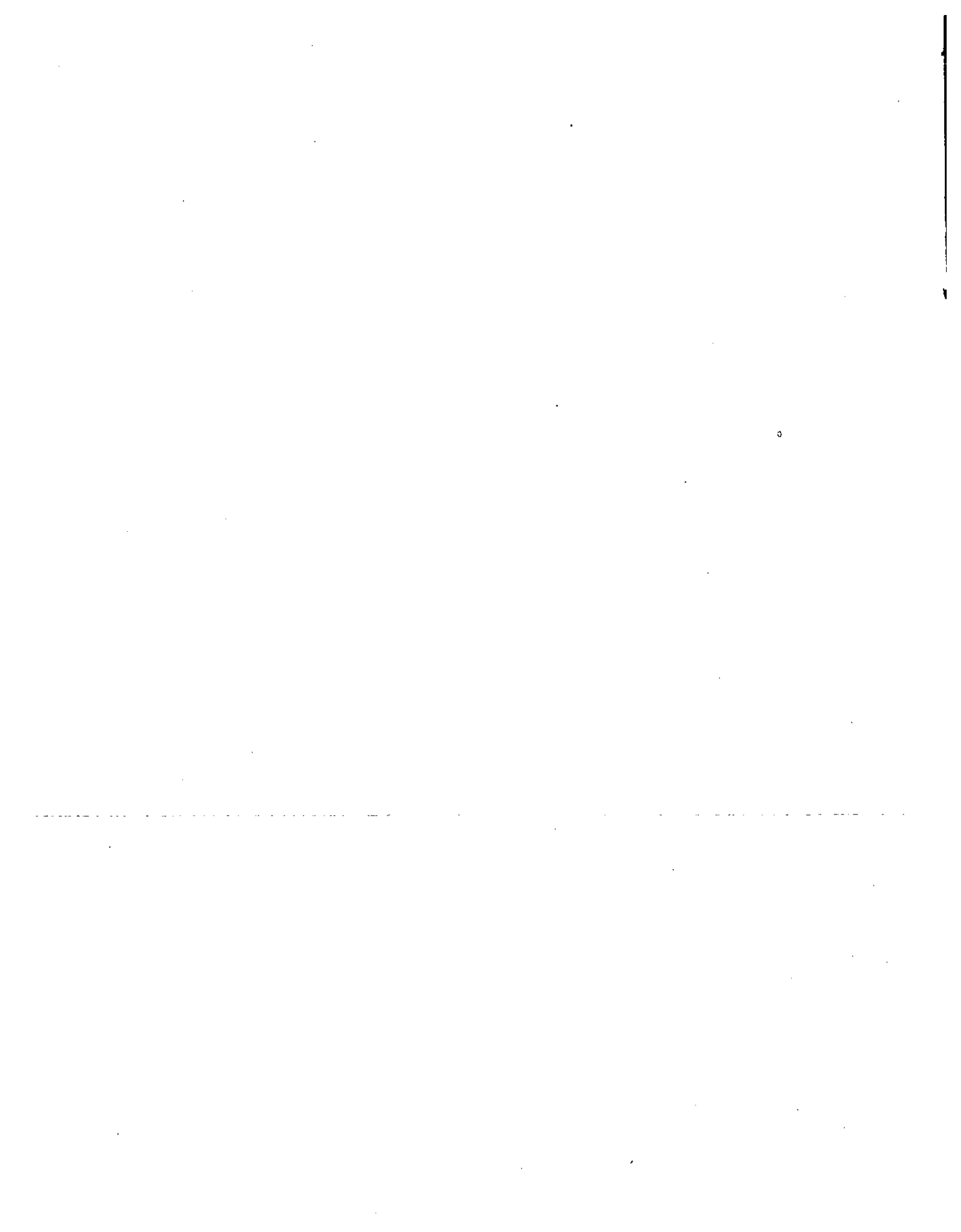
En nombre de la organización que represento, deseo expresar, por su intermedio, Sr. Presidente, al Gobierno Argentino, a usted y a los muchos amigos de este país que han trabajado con tanto ahinco para hacer posible esta reunión, nuestro más sincero y caluroso agradecimiento. Confío en que esta reunión resultará un acontecimiento histórico, y además, con tan excelente anfitrión y con tan calificado aporte técnico de muchos países, demostrará una vez más que la cooperación internacional da excelentes resultados.

INDICE DE COLABORADORES

	Página
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE BOSQUES (Argentina). <i>Acción forestal del gobierno de la Argentina para incrementar la fabricación de papel y celulosa.</i>	267
ALLOUARD, PIERRE (Francia). <i>Extracción y transporte de madera en las regiones tropicales.</i>	189
ARCHILA M., MANUEL (Colombia). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en Colombia.</i>	488
ARONOVSKY, S. I., (véase LATHROP, E. C.)	
ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE PAPEL DE LA UNIÓN INDUSTRIAL URUGUAYA (Uruguay). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en el Uruguay.</i>	492
ATCHISON, JOSEPH (Estados Unidos). <i>Factores que influyen en la selección de los procedimientos y del equipo para la fabricación de celulosa a base de bagazo.</i>	386
BANCO DE FOMENTO AGROPECUARIO DEL PERÚ (Perú). <i>Madera para papel obtenida del cético (Cecropia) peruano</i>	193
BANCO DE FOMENTO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL DE CUBA (en colaboración especial con la Secretaría). <i>Bagazo de caña de azúcar como materia prima para papel y celulosa.</i>	293
BATINEYRET (Batignolles-Chatillon y Ateliers Neyret Beylier) (Francia). <i>Elaboración de celulosa a base de cético (Cecropia) peruano para fabricar papel de diario.</i>	218
BOENISCH, A. (véase RYS, L.)	
BROWN, K. J. (véase CHIDESTER, G. H.)	
CELLULOSE DEVELOPMENT CORPORATION (Reino Unido). <i>Experiencia en la fabricación de papel a base de bagazo</i>	397
CELLULOSE DEVELOPMENT CORPORATION, JOHN THOMPSON WATER TUBE BOILERS LTD. y algunos fabricantes de azúcar y de equipo azucarero (Reino Unido). <i>Aborro de bagazo para la fabricación de papel. Consideraciones térmicas.</i>	372
CELULOSA ARGENTINA, S. A. (Argentina). <i>Elaboración de celulosa y pasta mecánica de sauce, sauce-álamo y álamo</i>	277
— <i>Realización industrial argentina en la fabricación de celulosa a base de bagazo.</i>	402
— (véase también DI FILIPPO, JUAN, y GOLFARI, LAMBERTO).	
CENTRE DE RECHERCHES ET D'ÉTUDES POUR L'INDUSTRIE DE LA CELLULOSE ET DU PAPIER (Francia). <i>Estudio de las condiciones locales para la instalación de industrias de papel y celulosa en las regiones tropicales.</i>	181
— <i>Anteproyectos de fábricas de papel y celulosa y de sus servicios auxiliares en las regiones tropicales.</i>	187
CONFEDERACIÓN NACIONAL ECONÓMICA (Argentina). <i>Perspectivas para la radicación de capitales en la industria papelería argentina.</i>	509
CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN (Chile). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en Chile.</i>	489
CORPORACIÓN VENEZOLANA DE FOMENTO (Venezuela). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en Venezuela.</i>	492
CORREA S., JOSÉ (Perú). <i>Experiencia industrial en la fabricación de celulosa y papel a base de bagazo, en Paramonga</i>	404
CHAPMAN, A. WATSON (Estados Unidos). <i>Preservación, manejo y almacenamiento del bagazo.</i>	383
CHIDESTER, G. H., y BROWN, K. J. (Estados Unidos). <i>El empleo, en la fabricación de papel de diario, de pasta blanqueada a la soda cáustica fría derivada de ciertas mezclas de especies latifoliadas latinoamericanas.</i>	227
CHIDESTER, G. H., y SCHAFFER, E. R. (Estados Unidos). <i>Fabricación de pastas con maderas latinoamericanas.</i>	195
D'ADAMO, ORLANDO A. (Argentina). <i>Disponibilidad económica de materias primas para papel y celulosa en los bosques bigrofiticos de América Latina.</i>	192
DE MIRANDA BASTOS, A. (Brasil). <i>La Amazonia y la industria del papel.</i>	239
DEFIBRATOR, A. B. (Suecia). <i>El procedimiento continuo "Defibrator" para la elaboración de pasta semiquímica.</i>	453
	539

	Página
DI FILIPPO, JUAN (Argentina). <i>Veinticinco años de experiencia industrial argentina en la elaboración de celulosas de paja, caña y bambú.</i>	406
EDLING, GUSTAV (Suecia). <i>Aspectos económicos de la recuperación y quema del licor de desperdicio en los procedimientos al sulfato y al sulfito.</i>	442
GAGLIARDI, SILVIO (Argentina). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en la Argentina.</i>	485
GINZEL, WALTER (Argentina). <i>Aprovechamiento de las hojas de "Tritbrinax campestris" (palma, palmera, caranday) como materia prima papelera.</i>	289
— (véase también LLORENS, S.)	
GOLFARI, LAMBERTO (Argentina). <i>Madera para papel obtenida de plantaciones de coníferas exóticas en el delta del Paraná.</i>	264
GRANT, JULIUS (Reino Unido). <i>El abastecimiento de agua y el desalojamiento de desechos de fabricación, como factores en la localización de fábricas de papel y celulosa.</i>	430
HALL, J. A. (Estados Unidos). <i>Aspectos económicos de la integración de la industria de papel y celulosa con otras industrias forestales.</i>	234
HAMILL, E. B. (Estados Unidos). <i>Posibilidades de producir celulosa y papel con maderas del Alto Paraná (Paraguay).</i>	240
HEINSDIJK, DAMMIS (Surinam), con la colaboración de McGRATH, K. P. (Australia). <i>Inventarios forestales en las regiones tropicales.</i>	183
HEYS, RALPH C. (Reino Unido). <i>La máquina de papel moderna aplicada a la utilización de materias primas de fibra corta.</i>	470
HURTER, A. M. (Canadá). <i>Tendencias modernas en la disposición del equipo y en el diseño de las fábricas de papel y celulosa.</i>	419
JEFFREYS, R. B. (Australia). <i>Fabricación de papel y celulosa de eucalipto en Australia.</i>	280
JOHN THOMPSON WATER TUBE BOILERS LTD. (véase CELLULOSE DEVELOPMENT CORPORATION)	
KARLSTADS MEKANISKA WERKSTAD, A. B. (Suecia). <i>Influencia del tamaño de la fábrica y de la integración sobre la inversión y el costo de elaboración de papel y celulosa.</i>	172
KING, N. L. (Unión Sudafricana). <i>La experiencia sudafricana en la plantación de especies exóticas.</i>	274
LANDEGGER, KARL (Estados Unidos). <i>Principios básicos para financiar los nuevos proyectos de papel y celulosa.</i>	507
LATHROP, E. C. (Estados Unidos). <i>Factores económicos y de otra índole que deben considerarse al aprovechar el bagazo como materia prima para la fabricación de papel y cartón.</i>	359
LATHROP, E. C., y ARONOVSKY, S. I. (Estados Unidos). <i>Fabricación de celulosa a base del bagazo con especial referencia al procedimiento mecanoquímico.</i>	338
LENZ, HANS (México). <i>La experiencia mexicana en plantaciones de coníferas para papel y celulosa.</i>	253
LEONE, JOSÉ CARLOS (Brasil). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en el Brasil.</i>	486
LINDGREN, KARL (Suecia). <i>Procedimientos y equipos modernos para depurar pasta de papel.</i>	455
LLORENS, S.; MUHANA, J., y GINZEL, W. (Argentina). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de celulosa para papeles especiales en la provincia de Córdoba, a base de la palmera "Tritbrinax campestris".</i>	485
McGRATH, K. P. (véase HEINSDIJK, DAMMIS).	
MORGANTI, LINO (Brasil). <i>Experiencia industrial en la fabricación de celulosa para papel a base de bagazo, en Piracicaba.</i>	412
MUHANA, J. (véase LLORENS, S.)	
NACIONAL FINANCIERA, S. A. (México). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en México.</i>	490
NAVARRO SAMPAIO, ARMANDO (Brasil). <i>El cultivo de eucalipto en el estado de São Paulo.</i>	256
NOLAN, WILLIAM J. (Estados Unidos). <i>El tratamiento alcalino del bagazo de caña para la fabricación de papeles de alta resistencia y de celulosa para rayón.</i>	414
OVERBECK, W. (véase RYS, L.)	

	Página
PETERSON, FRANK T. (Estados Unidos). <i>Mayor y mejor producción del equipo existente para fabricación de papel.</i>	481
RANWEZ, G. (Argentina). <i>Aspectos económicos de la producción de energía y vapor en la industria papelera.</i>	448
— <i>Aborro de bagazo por el mejoramiento de los sistemas de combustión.</i>	381
REGIE INDUSTRIELLE DE LA CELLULOSE COLONIALE DU MINISTERE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER (Francia). <i>Un nuevo procedimiento de blanquear celulosa de maderas tropicales.</i>	438
— <i>La relación entre las características morfológicas de las fibras de maderas tropicales y la calidad del papel y la celulosa obtenidos a base de ellas.</i>	435
— <i>La técnica de la fabricación de celulosa a base de mezclas de maderas tropicales.</i>	204
REMOLINA, RAMÓN (Perú). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en el Perú.</i>	491
RUMPF, A. NEWELL (Estados Unidos). <i>El financiamiento de las empresas de papel y celulosa en los Estados Unidos. Puntos de vista de un banquero comercial.</i>	511
RYS, L.; BOENISCH, A.; OVERBECK, W., y SCHWARZ, A. (Brasil). <i>Resultados preliminares de la investigación sobre las características papeleras de especies tropicales y subtropicales brasileñas.</i>	206
SANDWELL, P. R. (Canadá). <i>Aspectos económicos de la producción de papel de diario.</i>	220
SCHAFFER, E. R. (véase CHIDESTER, G. H.)	
SCHIEPP, RUDOLF (República Federal de Alemania). <i>El procedimiento Aschaffenburg para la fabricación de celulosa destinada a papel de diario.</i>	450
SCHWARZ, A. (véase RYS, L.)	
STEVENSON, LOUIS T. (Estados Unidos). <i>Tendencias del consumo de papeles y cartones industriales y de envoltura y empaque.</i>	61
THE ECONOMIST, Unidad de Investigaciones de (Reino Unido). <i>Papel de imprenta y de escribir. Cálculo aproximado de la demanda en 1955, 1960 y 1965.</i>	59
UNESCO. <i>Tendencias mundiales del consumo de papel de diario, otros papeles de imprenta y papel de escribir.</i>	63
VALENTE, ENRIQUE G. (Argentina). <i>Madera para papel obtenida de salicáceas del delta del Paraná.</i>	255
VOGEL, FREDERICK H. (Estados Unidos). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en el Paraguay.</i>	491
VON BERGEN, JONNY (Bolivia). <i>Perspectivas de desarrollo de la industria de papel y celulosa en Bolivia.</i>	485
WALL, C. J. (Estados Unidos). <i>Abastecimiento de anhídrido sulfuroso de bajo costo para América del Sur.</i>	441



AGENTES DE VENTA DE LAS PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

ARGENTINA

Editorial Sudamericana, S. A., Calle Alsina 500, Buenos Aires.

AUSTRALIA

H. A. Goddard Pty., Ltd., 255a George Street, Sydney, N.S.W.

BELGICA

Agence et Messageries de la Presse, S.A., 14-22 rue du Persil, Bruselas. W. H. Smith & Son, 71-75 bd. Adolphe-Max, Bruselas.

BOLIVIA

Librería Selecciones, Empresa Editora "La Razón", Casilla 972, La Paz.

BRASIL

Livraria Agir, Rua Mexico 98-B, Caixa Postal 3991, Río de Janeiro, D. F.

CANADÁ

The Ryerson Press, 299 Queen Street West, Toronto, Ontario.

CEILAN

The Associated Newspaper of Ceylon, Ltd., Lake House, Colombo.

COLOMBIA

Librería Latina, Ltda., Apartado Aéreo 4011, Bogotá. Librería Nacional, Ltda., 20 de Julio. San Juan-Jesús, Barranquilla. Librería América, Sr. Jaime Navarro R., 49-58 Calle 51, Medellín.

COSTA RICA

Trejos Hermanos, Apartado 1313, San José.

CUBA

La Casa Belga, René de Smedt, O'Reilly 455, Habana.

CHECOSLOVAQUIA

Ceskoslovensky Spisovatel, Národní Tržda 9, Praga I.

CHILE

Librería Ivens, Calle Moneda 822, Santiago. Editorial del Pacífico, Ahumada 57, Santiago.

CHINA

The World Book Co., Ltd., 99 Chung King Road, 1st Section, Taipei, Taiwan. The Commercial Press, Ltd., 211 Honan Road, Shanghai.

DINAMARCA

Messrs. Einar Munksgaard, Ltd., Nørregade 6, Copenhagen.

ECUADOR

Librería Científica Bruno Moritz, Casilla 362, Guayaquil.

EGIPTO

Librairie "La Renaissance d'Egypte", 9 Sharia Adly Pasha, Cairo.

EL SALVADOR

Manuel Navas y Cia., "La Casa del Libro Barato", 1ª Avenida Sur 37, San Salvador.

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

International Documents Service, Columbia University Press, 2960 Broadway, Nueva York 27, N. Y.

ETIOPIA

Agence éthiopienne de Publicité, P. O. Box 128, Addis Abeba.

FILIPINAS

D. P. Pérez Co., 132 Riverside, San Juan.

FINLANDIA

Akateeminen Kirjakauppa, 2 Keskukskatu, Helsinki.

FRANCIA

Editions A. Pedone, 13 rue Soufflot, París, Vº.

GRECIA

"Eleftheroudakis" Librairie internationale, Place de la Constitution, Atenas.

GUATEMALA

Goubaud & Cia., Ltda., Sucesor, 5ª Av. Sur nº 28, Guatemala.

HAITI

Max Bouchereau, Librairie "A la Caravelle", Boite postale 111-B, Port-au-Prince.

HONDURAS

Librería Panamericana, Calle de la Fuente, Tegucigalpa.

INDIA

Oxford Book & Stationery Company, Scindia House, Nueva Delhi. P. Varadachary & Co., 8 Linghi Chetty Street, Madras I.

INDONESIA

Jajasan Pembangunan, Gunung Sahari 84, Djakarta.

IRAN

Ketab Khaneh Dznesh, 293 Saadi Avenue, Teherán.

IRAQ

Mackenzie's Bookshop, Booksellers and Stationers, Bagdad.

ISLANDIA

Bokaverslun Sigfusar Eymundssonar, Austurstreti 18, Reykjavik.

ISRAEL

Blumstein's Bookstores, Ltd., 35 Alienby Road, P.O.B. 4154, Tel Aviv.

ITALIA

Colibri, S. A., 36 Via Mercalli, Milán.

LIBANO

Librairie Universelle, Beirut.

LIBERIA

Mr. Jacob Momolu Kamara, Curly and Front Streets, Monrovia.

LUXEMBURGO

Librairie J. Schummer, Place Guillaume, Luxemburgo.

MÉXICO

Editorial Hermes, S. A., Ignacio Mariscal 41, México, D. F.

NORUEGA

Johan Grundt Tanum Forlag, Kr. Augustsgt, 7º, Oslo.

NUOVA ZELANDIA

The United Nations Association of New Zealand G.P.O. 1011, Wellington.

PAÍSES BAJOS

N. V. Martinus Nijhoff, Lange Voorhout 9, La Haya.

PAKISTÁN

Thomas & Thomas, Fort Mansion, Frere Road, Karachi. Publishers United, Ltd., 176 Anarkali, Lahore.

PANAMÁ

José Menéndez, Agencia Internacional de Publicaciones, Plaza de Arango, Panamá.

PARAGUAY

Moreno Hermanos, Casa América, Palma y Alberdi, Asunción.

PERÚ

Librería Internacional del Perú, S.A. Casilla 1417, Lima.

PORTUGAL

Livraria Rodrigues, Rua Aurea 186-188, Lisboa.

REINO UNIDO

H.M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres, S.E. 1; y en H.M.S.O. Shops en Londres, Belfast, Birmingham, Bristol, Cardiff, Edinburgo y Manchester.

REPÚBLICA DOMINICANA

Librería Dominicana, Calle Mercedes 49. Apartado 656, Ciudad Trujillo.

SINGAPUR

The City Bookstore, Ltd., Winchester House, Collyer Quay, Singapur.

SIRIA

Librairie universelle, Damasco.

SUECIA

C. E. Fritze's Kungl. Hovbokhandel, Fredsgatan 2, Estocolmo 16.

SUIZA

Librairie Payot S. A., 1 rue de Bourg, Lausana, y en Basilea, Berna, Ginebra, Montreux, Neuchâtel, Vevey, Zurich. Librairie Hans Raunhardt, Kirchgasse 17, Zurich I.

TAILANDIA

Pramuan Mit, Ltd., 55, 57, 59 Chakrazwat Road, Wat Tuk, Bangkok.

TURQUÍA

Librairie Hachette, 469 Istiklal Caddesi, Beyoglu-Istanbul.

UNIÓN SUDAFRICANA

Van Schaik's Bookstore (Pty.), P.O. Box 724, Pretoria.

URUGUAY

Oficina de Representación de Editoriales, Prof. Héctor d'Elia, 18 de Julio 1333, Palacio Díaz, Montevideo, R.O.U.

VENEZUELA

Distribuidora Escolar, S. A. Ferrenquina a La Cruz 135, Apartado 552 Caracas. Distribuidor Continental, S. A., Bolero a Pinda 21, Caracas.

YUGOSLAVIA

Drzavno Produzeca, jugoslovenska Knjiga, Marsala Tita 22/11, Belgrado.

Las publicaciones de las Naciones Unidas pueden obtenerse además en las siguientes librerías:

ALEMANIA

Buchhandlung Eiwert & Meurer, Hauptstrasse 101, Berlin-Schöneberg. W. E. Saarbach, C.m.b.H., Ausland-Zeitungsvertrieb, Gereonstrasse 25-29, Colonia I. (22C). Alexander Horn, Spiegelgasse 9, Wiesbaden.

AUSTRIA

Gerold & Co., 1. Graben 31, Vienna I. B. Wüllerstorff, Waagplatz 4, Salzburgo.

ESPAÑA

Librería José Bosch, Ronda Universidad 11, Barcelona.

JAPÓN

Maruzen Co., Ltd., 6 Tori-Nichome, Nihonbashi, P.O.B. 605, Tokyo Central.

Los pedidos de aquellos países en que no se ha designado todavía agentes de venta pueden dirigirse a:
Sales Section, European Office of the United Nations, Palais des Nations, Geneva, Switzerland
Sales and Circulation Section, United Nations, New York, U. S. A.

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO



