



UNITED NATIONS
ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA
TECHNICAL ASSISTANCE ADMINISTRATION
FOOD AND AGRICULTURE
ORGANIZATION



LIMITADO
ST/ECLA/CONF.3/L.5.0
1 octubre 1954
ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

JUNTA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS
EN LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA

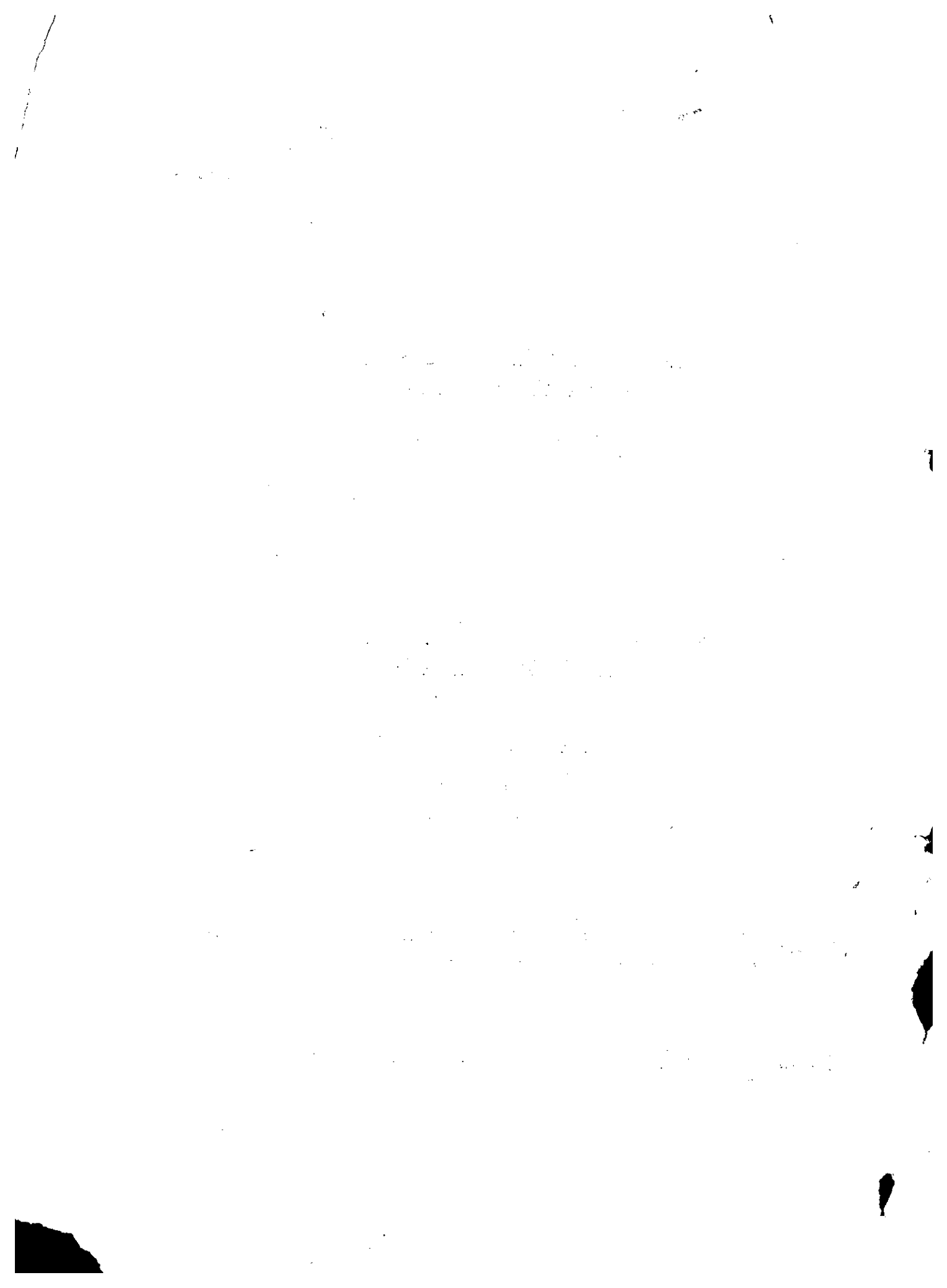
Buenos Aires, Argentina
18 octubre - 2 noviembre, 1954

BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR COMO MATERIA
PRIMA PARA PAPEL Y CELULOSA

por la Secretaría
con la colaboración especial
del
Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba

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

(Nota: Este documento está sujeto a revisión antes de su impresión definitiva)



BAGAZO DE CANA DE AZUCAR COMO MATERIA PRIMA PARA
PAPEL Y CELULOSA

por la Secretaría, con la colaboración especial del
Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba ^{2*}

Sección I

INTRODUCCION

El bagazo ha despertado interés como materia prima para la fabricación de papel y celulosa desde hace más de cien años. Hacia 1884 ya se tienen noticias de un cargamento de caña de azúcar embarcado a Francia desde la isla de la Martinica y destinado a la fabricación de papel. En los años sesenta y setenta se registraron diversos casos en Estados Unidos de que el bagazo se usaba para fabricar papel de diario. Se dice que en los años ochenta se planearon numerosas fábricas de papel a base de bagazo y que se llegaron a construir una o dos en Nueva Orleans o en sus cercanías. Sin embargo, fracasaron éstas y muchas otras tentativas precoces para obtener un producto adecuado y comerciable.

La primera noticia que se tiene sobre la elaboración de celulosa a base de bagazo en América Latina data de 1908, año en que se fundó en Río de Janeiro, Brasil, una fábrica de celulosa a base de este residuo. Se dice que esta empresa produjo una tonelada diaria de papel, durante tres años, hasta que se vió obligada a cerrar. Hubo después otras muchas iniciativas en diversas partes del mundo, pero hasta inmediatamente antes de la segunda guerra mundial - y a pesar de los múltiples intentos hechos en este sentido - las únicas empresas comerciales prósperas fueron las fábricas de planchas de fibras y en especial la Celotex Corporation de Marrero, Louisiana. Finalmente, en 1939 - tras muchos trabajos de experimentación realizados, sobre todo en Estados Unidos, las Filipinas, el Japón, Perú, Inglaterra y Hawai - se establecieron las dos primeras empresas que lograron fabricar, en escala industrial, papel y celulosa a base de bagazo.

^{2*} El Banco encargó al ingeniero Jorge Guerra llevar a cabo los trabajos de campo a que se hace referencia en este informe.

Una de ellas era la fábrica integrada de papel y celulosa subsidiaria de W.R. Grace y Co. en Paramonga, Perú, y la otra ubicada en Tatu, cerca de Taichung, en Formosa, propiedad de la Taiwan Pulp and Paper Corporation. No tardó en aparecer la tercera fábrica - que produjo celulosa blanqueada - en las Filipinas. Actualmente existen en el mundo cerca de doce establecimientos de tamaño comercial que se dedican a la fabricación de papel y celulosa a base de bagazo; ocho de ellos se encuentran en la América Latina ^{1/}.

En los últimos años se ha observado un interés creciente en el bagazo como materia prima para la fabricación de papel y celulosa, y no hay que buscar muy lejos las razones para ello. La fibra de bagazo presenta 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 resulta muy barato; algunas de las regiones en que el bagazo se da con abundancia mayor carecen de otras materias fibrosas adecuadas para la fabricación de papel.

En los últimos años se ha multiplicado rápidamente la bibliografía sobre la elaboración de celulosa a base de 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 en la actualidad 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 muchas más información sobre procedimientos, inversiones y costos de producción de la que hasta ahora se ha hecho pública. Por lo tanto, este estudio se cifia a describir brevemente los principales procedimientos de que se dispone.

El acento mayor se pone sobre los factores que afectan el suministro de bagazo que puede dedicarse a la fabricación de papel, aspecto de importancia en el problema del bagazo. El estudio se apoya en parte en los estudios básicos que se han enviado a esta Junta y en

^{1/} La ubicación de las fábricas y algunas características de operación se consignan en el Apéndice XI.

parte en la serie de investigaciones que se han realizado sobre la situación del abastecimiento potencial de bagazo en seis países latinoamericanos. Estos estudios monográficos se discuten en la Sección 5, y gran parte del material recogido se presenta en forma de apéndices del presente documento.

Mucho de los puntos que aquí se tratan se apoyan en material de primera mano, que comprende a veces cálculos demasiado extensos y cuadros recargados; dentro de lo posible se han dejado unos y otros para los apéndices. Por lo tanto, estos constituyen parte esencial de este estudio y para aquellos que están familiarizados con los problemas del bagazo quizás tienen importancia mayor que el texto mismo.

Sección II

PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR EN AMERICA LATINA

La producción de azúcar de caña está muy repartida en la América Latina. En el cuadro 1 se proporcionan las cifras correspondientes a los últimos años. Debe señalarse que las cifras de producción de cada país pueden e no incluir productos de caña de azúcar de carácter exclusivamente local (piloncillo, panela, papelón, chancaca, raspadura, etc.) para uso doméstico. Por muchas razones (pequeñas unidades de producción, ausencia del producto en el mercado internacional, carencia de calidades uniformes) las cifras de producción de ese tipo de artículos locales de caña de azúcar se registran en forma incompleta, o no se registran en absoluto.

Cuadro 1

PRODUCCION ANUAL DE AZUCAR DE CAÑA EN ALGUNOS PAISES LATINOAMERICANOS
DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE 1949 - 1953
(en miles de toneladas métricas)

	1949/50	1950/51	1951/52	1952/53	1953/54	Promedio quinquenal
1. <u>México</u>	604	667	681	775	813	708
2. <u>Zona del Caribe</u>						
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. <u>América Central</u>						
Guatemala	60	51	50	56	49	53,2
El Salvador	23	26	26	25	27	25,4
Otros	62	69	66	71	94	72,4
4. <u>América del Sur</u>						
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
<u>Total América Latina</u>	9,621	10,373	12,027	10,296	10,670	10,597

Fuente: Willet and Gray, Nueva York. Las cifras correspondientes a los años 1953/4 son en parte estimaciones.

Se carece, en general, de estadísticas directas sobre las cantidades de bagazo que se producen; por lo tanto se ha llegado a las cifras que se presentan en forma indirecta. El cálculo se puede hacer a base de combinas (a) las estadísticas sobre la producción de azúcar, con (b) el rendimiento medio de azúcar de la caña molida, para obtener (c) la cantidad de caña molida; esa cantidad de caña molida (c) 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

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 rubros (b), (d) y (e) antes mencionados y que se obtuvieron durante los trabajos de campo.

Cuadro 2

DATOS EMPLEADOS EN EL CALCULO DE LA PRODUCCION DE BAGAZO

	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.

A base de los datos proporcionados en los cuadros 1 y 2, puede hacerse una estimación sobre la producción de bagazo. Los resultados se consignan en el cuadro 3. Por lo que toca a los países no investigados, los valores promedios de rendimiento y de contenido de azúcar y fibra son hipotéticos.

Cuadro 3

ESTIMACION DE LA PRODUCCION ANUAL DE BAGAZO EN AMERICA LATINA
 (Promedio 1949 - 1953)

	Bagazo fresco 50 por ciento de humedad	Contenido total de fibra en el bagazo	Rendimiento en bagazo de la caña molida
	miles de toneladas métricas	Por ciento	Por ciento
1. <u>México</u>	2.210	46,5	28,3
2. <u>Zona del Caribe</u>			
Cuba	12.200	46,6	26,8
República Dominicana ^{a/}	1.570	46,4	28,3
Haití ^{a/}	141	46,4	28,7
3. <u>América Central</u>			
Guatemala ^{a/}	146	46,4	28,7
El Salvador ^{a/}	69	46,4	28,7
Otros países ^{a/}	198	46,4	28,7
4. <u>América del Sur</u>			
Argentina	2.470	45,8	28,4
Brasil	5.050	45,7	27,7
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
<u>Total América Latina</u>	26.250	-	-

^{a/} Países no visitados durante los trabajos de campo.

Como puede apreciarse, la producción anual de bagazo fresco en América Latina durante los años últimos, sobrepasa los 26 millones de toneladas. Esta cantidad puesta a disposición de la industria papelera sería suficiente para producir más de 4 millones de toneladas de pasta, o sea, lo bastante para satisfacer tres veces las necesidades normales /de papel

de papel de la región. En la práctica sólo una pequeña fracción de este total podría destinarse actualmente a la fabricación de papel. El consumo de las fábricas existentes en América Latina es probable que fluctúe entre 300 y 400 mil toneladas anuales de bagazo fresco, o sea, entre el 1 y el 1,5 por ciento de la producción total. Los ingenios azucareros consumen la casi totalidad del bagazo producido, utilizándolo como combustible. El aspecto fundamental del problema del abastecimiento de bagazo - aunque en sentido alguno el problema total - consiste en liberar a esta materia prima de su utilización actual como combustible para poder emplearla en la fabricación de papel. De las cifras muy aproximadas que se indicaron antes se infiere que no sería difícil lograr un rápido e importante incremento del abastecimiento de bagazo para la elaboración de celulosa. Aunque sea posible ese incremento sustancial, hay muchos factores que ponen límites a lo que pueda lograrse en ese sentido. En las secciones que siguen se analizan algunos de esos factores.

Sección III

APROVECHAMIENTO ADECUADO DEL BAGAZO PARA LA ELABORACION DE PASTA

Entre los productos agrícolas que deben someterse a numerosos tratamientos mecánicos y térmicos 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 - la materia prima que se persigue obtener (azúcar) y el combustible (bagazo) necesario para la elaboración industrial.

En consecuencia, el problema general de la disponibilidad y costo del bagazo como materia prima para la elaboración de celulosa, está íntimamente relacionado con la explotación de los ingenios azucareros. Las instalaciones de estos ingenios 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 fabrican ^{1/}. Por lo tanto, no existen normas en los ingenios en lo que se refiere a sus operaciones de fabricación ni, en consecuencia, a sus instalaciones ^{2/}.

^{1/} Véase Apéndice I.

^{2/} Véase Apéndice II.

Sólo una pequeña parte de los 26 millones de bagazo fresco ^{1/} que se producen anualmente en la América Latina puede considerarse como fuente potencial de abastecimiento para la fabricación de papel, si se considera, primero, que esta materia prima constituye la fuente principal del combustible que se consume en los propios ingenios y que se encuentra a mano en cantidades suficientes para satisfacer sus necesidades, y, segundo, que la mayoría de los ingenios son demasiado pequeños para proporcionar bagazo en cantidad bastante para alimentar una fábrica de celulosa de tamaño económico mínimo, y puede no resultar económico conseguirlo en otros ingenios de la misma región.

Sin embargo, en algunos ingenios modernos de gran tamaño en que las calderas tienen buen rendimiento se producen excedentes de bagazo; por su parte, es posible asegurar en otros ese excedente mediante la combinación de 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 total de bagazo producido. Suponiendo que el ingenio sea de tamaño bastante grande, esta cantidad puede liberar bagazo suficiente para abastecer a una fábrica de celulosa de tamaño económico.

En consecuencia, el mejoramiento de la eficiencia térmica representa un medio de ahorrar bagazo para la fabricación de papel. Otro medio sería reemplazar el bagazo por otros combustibles sucedáneos en los ingenios azucareros. Esta última posibilidad adquiere especial atracción en países como México, Perú y Venezuela que poseen en sus zonas azucareras un combustible barato autóctono. A continuación se analizan estos aspectos; mejoramiento de la eficiencia térmica y empleo de combustibles sucedáneos del bagazo ^{2/}.

^{1/} Con 50 por ciento de humedad.

^{2/} El bagazo que se obtiene de estas dos maneras, se denomina corrientemente "excedente de bagazo" y "bagazo de sustitución".

Mejoramiento de la eficiencia térmica

Se asegura que una fábrica de azúcar sin refinar, y que opere en condiciones ideales, puede abastecerse de energía y vapor con caña cuyo contenido fibroso sea sólo de 8 por ciento. Como el contenido medio de fibras en la caña es de 13 por ciento puede inferirse que se requiere para este uso alrededor del 60 por ciento del bagazo y que el 40 por ciento remanente puede liberarse para 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 algunas podrán, en condiciones ideales, llegar a producir excedentes que se aproximen a la cifra indicada, pero otras, en cambio, pueden necesitar el uso de combustibles complementarios.

Uno de los trabajos presentados a esta Junta ^{1/} examina un punto de trascendental importancia, que tiene además significativas consecuencias económicas. Sean cuales fueren los tipos y combinación de las instalaciones de energía en una fábrica de azúcar sin refinar, 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 debe pasar por las unidades generadoras de energía; el remanente irá directamente de las calderas al procedimiento de elaboración. De aquí que mientras se pueda aprovechar todo el vapor de escape de las turbinas y motores en la producción de calor para el procedimiento, su rendimiento no es de mucha importancia. Las pérdidas de verdadera significación provienen de no aprovechar los vapores 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.

^{1/} Ahorro de Bagazo para la fabricación de papel - Consideraciones térmicas, por la Cellulose Development Corporation and John Thompson Water Tube Boilers Ltd.

De lo anterior se deduce que no es necesario prever las onerosas inversiones - y otros costos - que demandaría reemplazar los pesados motores a vapor de acción directa, con sus correspondientes transmisiones, que tienen los equipos antiguos para moler caña, con turbinas modernas o turbo-generadores y motores eléctricos. Un mejor aprovechamiento mecánico del vapor - y el elevado costo de asegurarlo - contribuye de manera insignificante al ahorro del bagazo.

Esto puede parecer sorprendente; y para aquellos que están interesados en obtener excedentes de bagazo con destino a la fabricación de papel será alentador saber que hay medidas para alcanzar este objetivo con éxito y a menos costo del que puede suponerse a primera vista.

En consecuencia, debe concentrarse el interés en el mejoramiento de la eficiencia de la producción total de vapor y en el aprovechamiento térmico más eficaz del vapor de baja presión que se utiliza en el procedimiento de fabricación. Tanto en las instalaciones antiguas como en las modernas son éstas las principales direcciones en que debe de buscarse el ahorro de bagazo.

En el trabajo básico a que se ha hecho ya referencia se analizan diversas medidas, y para mayor facilidad del lector se han resumido y enumerado en el Apéndice III. Los costos - directos e indirectos - que representa introducir esas medidas son probablemente muy inferiores a los que involucra el mejor aprovechamiento mecánico del vapor. Además, ofrecen otra ventaja importante. Pueden adoptarse gradual y sucesivamente durante un largo período; constituyen elementos separados pero complementarios en un programa a largo plazo relacionado con el ahorro de bagazo.

Desde luego no todas las medidas enumeradas pueden aplicarse indistintamente a los diferentes tipos de instalaciones de los ingenios azucareros. Los cinco ejemplos citados en el Apéndice VI ponen de manifiesto que la demanda de vapor varía según las operaciones que se realizan. Las cifras correspondientes muestran la gran discrepancia entre las necesidades de vapor de ingenios no integrados, que sólo producen azúcar moreno, y los que refinan y cuentan con destilería. Los centrales del primer tipo no se vieron, en general, apremiados por necesidades de combustible, y, en consecuencia, las medidas de ahorro enumeradas habrían /estado demás.

estado demás ^{1/}. Es en esta clase de ingenios donde pueden presentarse las mayores oportunidades de progreso. Por otro lado, los ingenios que actualmente cuentan con refinería y planta de destilación propias se habrían visto apurados por la falta de combustible y habrían tenido tal vez que adquirir cantidades adicionales. En estos centrales se han aplicado ya muchas medidas tendientes a ahorrar bagazo y son muy escasas las posibilidades de lograr ahorros suplementarios.

Combustibles sucedáneos

Puede concebirse que cualquier material que se use comúnmente como combustible es susceptible de sustituir al bagazo. En este trabajo sólo se considerarán tres - la leña, el gas natural y el petróleo - pues son los únicos que parecen ofrecer posibilidades indiscutibles 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 de caña, 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 en los ingenios.

En la zona de Tucumán, Argentina, se hace frente al déficit de bagazo mediante la utilización de leña y petróleo combinados como combustibles suplementarios en los centrales azucareros. Es probable que se haya adoptado el petróleo últimamente debido a que la madera estaba escaseando cada vez más. En algunas regiones azucareras del Brasil que cuentan con buenos establecimientos - especialmente en el estado de Sao Paulo - se han hecho extensas reforestaciones de eucalipto y en los ingenios se suele quemar petróleo y leña para completar sus necesidades de combustible.

^{1/} Esta es una afirmación de carácter 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 combustibles.

Los ingenios situados a una distancia económica - desde el punto de vista de la instalación de gaseoductos - de los pozos de gas natural están en condiciones de emplear este producto ya sea como combustible suplementario o adicional. Sin embargo, de los seis países que se han estudiado, únicamente en Venezuela ofrece el gas natural posibilidades interesantes en un futuro próximo. Aun en el caso particular del ingenio en que se realizaron trabajos de campo en este aspecto, las informaciones recogidas arrojaron el resultado de que el costo que supondría emplear gas natural sería mayor que el del petróleo.

En consecuencia, cabe deducir que el petróleo es, en términos generales, el único combustible que puede usarse como sucedáneo del bagazo. Los gastos que exige la sustitución del bagazo por petróleo varían de un lugar a otro; en aquellos países en que el petróleo está gravado con impuestos altos es impracticable esta modalidad. Sin embargo, conviene señalar que una simple comparación de los costos no proporciona 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 una regulación mejor de la producción de vapor con respecto a la demanda.

El petróleo es un producto bien establecido comercialmente en el mercado internacional y está clasificado para su venta según grados tipo bien definidos. Es de fácil transporte, ya sea en grandes cantidades por vía marítima en los buques tanques 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 sustitutivo del bagazo - sobre la base de equivalentes relativos de generación de vapor -, y (c) las inversiones que es necesario realizar para adaptar la instalación a su uso.

El transporte no presenta, en general, dificultad alguna, pues los ingenios, aunque están 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

precio del combustible puesto en fábrica debería experimentar un pequeño descuento. 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 Apéndice 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 comparación con 14,4 que es la cantidad generada por una tonelada de petróleo. Por consiguiente, una tonelada de petróleo reemplaza a seis toneladas de bagazo. La proporción en que se haga la sustitución variará lógicamente de acuerdo con las condiciones que se presenten en cada fábrica. Además, como ya se ha señalado anteriormente, no hay que olvidar que el índice de sustitución no es el único factor importante, pues el petróleo ofrece también otras ventajas.

En los Apéndices VII y VIII se dan a conocer los costos que representa la transformación de un ingenio para que pueda utilizar como combustible el petróleo. Varían considerablemente según la duración de la zafra. A modo de información, conviene señalar que el costo del equipo (incluyendo seguro, flete y montaje) alcanza a 34 mil dólares de Estados Unidos, si se trata de un ingenio cuya zafra abarca seis meses y es lo suficientemente grande como para producir 36 mil toneladas de bagazo fresco, o sea, para abastecer a una fábrica de celulosa con 20 toneladas de capacidad diaria. Dejando margen para la depreciación, el interés, los repuestos y el servicio de mantenimiento, se deduce que el costo de la transformación representa un recargo de 26 centavos de dólar por cada tonelada de bagazo fresco que se libera para celulosa. Si se acortara el período de zafra sería necesario aumentar la capacidad de las instalaciones, en tanto que para un período de zafra más largo basta un equipo de menor capacidad. En tales casos el recargo por tonelada de bagazo entregada - suponiendo nuevamente que se trata de la transformación de un ingenio con capacidad suficiente para abastecer

/a una

a una fábrica de celulosa que produce 20 toneladas diarias - sería de 26 y 13 centavos de dólar, respectivamente ^{1/}.

Quando se proyecte transformar un ingenio para que pueda quemar petróleo, deben tomarse en cuenta los tres factores analizados, aunque por sí solos no son suficientes para hacer una estimación del costo del bagazo como materia prima para la elaboración de pastas. En su aspecto fundamental, el costo del bagazo para la elaboración de celulosa es costo de su sustitución por otro combustible en el ingenio, pero no hay que olvidar los costos adicionales que resultan de la necesidad de transportarlo, enfiarlo y almacenarlo. También éstos dependen de la duración de la molienda, así como de la medida en que la fábrica de celulosa utilice bagazo fresco, en contraposición al bagazo seco. Por lo tanto, antes de discutir el desembolso que significa el bagazo para la fábrica de celulosa, es necesario analizar el problema de su enfiado y almacenamiento. Sin embargo, antes de proseguir, se hará un resumen de las economías que acompañan a la adopción de las medidas analizadas.

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.

^{1/} Es de considerable interés la práctica para obtener materia prima que han adoptado dos compañías que fabrican celulosa a base de bagazo en México. Las dos empresas han costeado la transformación de sus instalaciones para quemar petróleo a 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 hacen frente al costo del transporte del bagazo enfiado desde los ingenios o sus respectivas fábricas de celulosa.

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/}
	<u>En general</u>	<u>Específicas</u>	<u>Por ciento</u>
1. Mejoramiento de la eficiencia térmica (sin sustitución del combustible)			
Ingenios que producen sólo alcohol	No	No	40 a 50
Ingenios comunes			
a) modernos	Si	No	20 a 30
b) antiguos	Si	Si	20 a 30
Ingenios con refinería, o con planta destiladora, o con ambas instalaciones	Si	Si	Nada hasta 15
2. Combustibles sucedáneos del bagazo			
De toda clase	Transformación	Transformación	Hasta 100

^{a/} En por ciento de la cantidad total de bagazo producido.

Es evidente que existen muchas posibilidades de liberar excedentes de bagazo para aprovecharlos en la fabricación de papel. También es obvio que en cada caso existe un límite de realización, aparte del 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 particular ^{1/}. En esta sección del estudio sólo se señalan algunas de las consideraciones más importantes que deben tenerse en cuenta, pero en los Apéndices se incluye el material - original en algunos casos - que sirve de apoyo a estas afirmaciones.

^{1/} Aunque las economías que se obtienen con el ahorro de bagazo son complejas, es muy sencillo el cálculo de las cantidades que pueden ahorrarse adoptando determinadas medidas; en los Apéndices V y VI se proporcionan algunos datos con los cuales puede hacerse una estimación aproximada.

Además de los dos puntos de vista principales que se han expuesto en relación con el problema de liberar excedentes de bagazo, conviene señalar un tercero que, aunque se trata en el Apéndice III, pertenece a una categoría totalmente distinta. Consiste en asegurar el ahorro de bagazo mediante la modificación de las normas de producción del ingenio. Como las necesidades de vapor varían de acuerdo con el tipo de las operaciones, no cabe duda de que cualquier cambio en las normas de producción que suponga la disminución del rendimiento en azúcar como producto terminado por tonelada de caña molida, redundará en un ahorro de bagazo. La cuantía del ahorro logrado en esta forma en un ingenio determinado dependerá de diversas consideraciones económicas de carácter más amplio, como, por ejemplo, los mercados relativos para el azúcar producido y el bagazo ahorrado y la lucratividad relativa de ambos productos ^{1/}. 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 quedan fuera del alcance de este estudio; sin embargo, pueden tener cierto valor en determinadas circunstancias y épocas y, por lo tanto, no pueden pasarse por alto.

Problemas relacionados con el manejo, enfiardado 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 - casos de Cuba y Venezuela - y 150 - la Argentina, el Brasil y México - o 225 (Perú).

Como las fábricas de papel y celulosa deben trabajar todo el año, se ven obligadas a 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

^{1/} 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 ahorrar bagazo.

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 sea costumbre en las fábricas de celulosa enfardar todo el material conforme va saliendo del ingenio y almacenarlo en espera de la demanda.

En consecuencia, se necesita una estación enfardadora contigua al ingenio azucarero. El equipo para enfardar debe ser de construcción sólida y el número de enfardadoras dependerá del volumen del material que hay que manipular y de la velocidad con que puedan trabajar las máquinas.

La capacidad de las enfardadoras y el tamaño de los fardos varían, pero muchas de estas máquinas están diseñadas en tal forma que pueden manipularse de 150 a 200 toneladas de bagazo fresco o húmedo en 24 horas. En los Estados Unidos ^{1/}, una instalación enfardadora cuenta normalmente con el siguiente personal: un mecánico a cargo de la operación de las enfardadoras; un operario encargado de regular la carga; otro para recoger y manipular el bagazo suelto, y dos personas 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 su 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 a la consiguiente manipulación de gran cantidad de bagazo suelto. Los fardos se almacenan en tongas (de aproximadamente 26 x 20 x 9 metros de alto) dejando 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 protegerlas de la propagación del fuego 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

^{1/} Véase el estudio denominado Preservación, manejo y almacenamiento del bagazo por la Celotex Corporation.

cubierta apropiada en su extremo superior, la pérdida real de fibra no sobrepasará el 10 por ciento ^{1/}, después de 18 meses de almacenamiento. Las bodegas descubiertas no son recomendables pues ocasionan generalmente la decoloración del material a consecuencia de la descomposición.

La manipulación, el enfardado y el almacenamiento del bagazo son operaciones costosas. En los Apéndices 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 hombres-hora 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. En la estimación de costos que aparece en los Apéndices VII y VIII mencionados, suponiendo que el volumen de bagazo por enfardar fuera de 40 toneladas por día (de 24 horas), aquélla es de 1,45 dólares por tonelada y de 88 y 74 centavos de dólar respectivamente si la velocidad de enfardado fuera de 120 y 360 toneladas por día. En otras palabras, según la afirmación hecha por el Profesor A.G. Keller de la Universidad del Estado de Louisiana ^{2/}, "hay poca diferencia entre el costo de instalación de una estación destinada a enfardar 10.000 toneladas de fibra y otra que manipulará 30.000 toneladas de ese mismo material".

^{1/} Véase el estudio Factores económicos que hay que tener en cuenta al utilizar el bagazo como materia prima en la fabricación de papel y cartón, por E.C. Lathrop, de la Northern Utilization Research Branch, Peoria, Illinois, Estados Unidos.

^{2/} Véase Study of Newsprint Expansion, Washington, Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, 1952.

De lo que antecede se desprende que para aprovechar bien el capital invertido en el equipo de una estación de enfardado, es necesario tener gran rendimiento horario y que desde el punto de la inversión ^{1/}, resulta oneroso enfardar el bagazo en estaciones 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 planta de mayor capacidad - por ejemplo, de 100 toneladas diarias - no hará frente a inconvenientes de este tipo con la misma intensidad, a pesar de que, por su parte, tiene que cubrir los costos adicionales de transporte del material desde los diversos ingenios hasta la planta central de elaboración de celulosa.

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 los Apéndices IX y X se han hecho algunas estimaciones de estos rubros sobre los seis países especialmente investigados.

Considerando una determinada producción anual de bagazo de un ingenio, cuanto menos dure la zafra, mayor tendrá que ser la rapidez del enfardado y, en consecuencia, tendrá que ser mayor 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 enfardadoras de menor capacidad y patios menos extensos para almacenamiento.

^{1/} La única diferencia valedera con respecto al equipo que se necesita la constituye el número de enfardadoras. Véase Apéndices VII y VIII.

La economía lograda usando bagazo fresco en vez de seco durante la época de zafra aumenta con la duración del período de la misma. Como se desprende del cuadro 5, en el cual se han hecho estimaciones sobre los seis países estudiados, esta economía puede ser muy importante.

Cuadro 5

ECONOMIA EN EL COSTO DEL BAGAZO CUANDO SE EMPLEA MATERIAL FRESCO

País	Duración de la época de la molienda Días	Costo por tonelada de bagazo de una fábrica de celulosa que emplea:		Economías	
		Únicamente bagazo enfardado	Bagazo fresco y bagazo enfardado	Dólares por tonelada	Por ciento
Perú	225	3,03	2,20	,83	27-1/2
México	150	2,87	2,19	,68	23-1/2
Argentina	150	9,08	7,56	1,52	16-1/2
Brasil	150	8,59	7,67	,92	10-1/2
Venezuela	75	4,60	4,06	,54	11-1/2
Cuba	75	7,25	6,60	,65	9

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 la molienda y las economías no es completa, dado que los elementos que se han analizado 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.

Una vez estudiadas algunos de los elementos de costo relacionados con la necesidad de enfardar, manipular y almacenar el bagazo, se vuelve ahora el tema central, o sea al costo de la creación de excedentes de bagazo para la fabricación de celulosa, reemplazando este combustible por petróleo en los ingenios.

Algunas estimaciones de los costos del bagazo

Como complemento del estudio acerca de la situación en seis países latinoamericanos que se preparó para la Junta Latinoamericana de Expertos en la industria de papel y celulosa, se hicieron estimaciones detalladas sobre cada uno de los seis países, por lo que se refiere al posible costo de crear en los ingenios un excedente de bagazo a base de sustituirlo con petróleo.

Los resultados de estos cálculos se consignan en los Apéndices VII a X. Se hicieron sobre la base de informaciones ya existentes o recogidas con ese fin, sobre (a) costos del petróleo, costos de la mano de obra en las industrias de papel y/o celulosa, y costo de la mano de obra y de los materiales para construcción; (b) estimaciones sobre los costos de modificación de las calderas y el costo de los equipos de manipulación y enfardado, del alambre de los fardos y de la mano de obra respectiva; (c) estimaciones de los costos de las instalaciones de enfardado y de la preparación de los sitios de almacenamiento, interés sobre el capital que representa el bagazo almacenado y su seguro.

En cada país se hicieron estimaciones con respecto a cuatro casos hipotéticos que corresponden a ingenios de dos tamaños diferentes y a dos modalidades diferentes de operación. Así, se consideraron fábricas de celulosa de 20 y de 50 toneladas diarias de capacidad, y se hicieron cálculos sobre cada uno de estos tamaños, suponiendo (i) que la fábrica utilice exclusivamente bagazo enfardado y (ii) que opere con bagazo fresco durante la época de molienda y con material enfardado durante el resto del año.

En el cuadro 6 se proporcionan algunos de los valores más importantes correspondientes a uno de los cuatro casos mencionados; se refieren a una fábrica de celulosa hipotética con una capacidad diaria de 20 toneladas y que utiliza bagazo fresco durante la temporada de molienda y enfardado durante el resto del año. La unidad de costo elegida es una tonelada métrica de bagazo fresco (con 50 por ciento de humedad) o su equivalente en material enfardado.

/Cuadro 6

Cuadro 6

EJEMPLOS DE LOS COSTOS DE SUSTITUCION DEL BAGAZO EN SEIS PAISES
LATINOAMERICANOS

Costo total de la sustitución del bagazo necesario para satisfacer las necesidades anuales de una fábrica de 20 toneladas		Argentina	Brasil	Cuba	México	Perú	Venezuela
	Dólares	272,286	276,252	237,578	78,710	79,067	146,008
del cual:							
Combustible reemplazante	id.	187,200	216,000	133,800	37,400	53,700	57,300
Demás costos	id.	85,086	60,252	103,778	41,310	25,367	88,708
Costo por tonelada de bagazo	id.	7,56	7,67	6,60	2,19	2,20	4,06
Análisis porcentual del costo %							
Transformación de la caldera	id.	2,4	2,3	3,9	8,2	5,9	6,4
Combustible reemplazante	id.	68,8	78,3	56,3	47,6	67,9	39,2
Estación en- fardadora y sitio	id.	,6	1,2	2,0	1,2	1,0	3,7
Equipo	id.	5,8	5,7	8,4	20,1	15,4	13,7
Mano de obra	id.	16,7	7,0	21,4	12,1	3,2	26,8
Alambre	id.	1,9	1,9	3,3	6,5	3,2	5,3
Seguro e interés sobre el bagazo almacenado	id.	3,3	3,6	4,7	4,3	3,4	4,9
Total	id.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

/Del cuadro

Del cuadro 6 se desprende con claridad que en tanto que los costos de manipulación y enfiado son importantes, y que las variaciones en la duración de las temporadas de molienda y en las modalidades de operación pueden influir considerablemente sobre el costo del bagazo (en todos los rubros, con excepción de los correspondientes a la modificación de las calderas y al combustible de sustitución), el elemento que predomina en el costo del bagazo es el combustible que se emplee para reemplazarlo. Así pues, para aquellos países que poseen combustible propio barato (México, Perú y Venezuela, en donde los costos del petróleo fluctúan entre 6 y 9 1/2 dólares por tonelada), el costo por tonelada de bagazo es bajo; en cambio, para otros países (Cuba, Argentina y Brasil en donde el petróleo cuesta 22,31 y 36 dólares por tonelada, respectivamente) el costo por tonelada de bagazo es bastante mayor.

En consecuencia, conviene señalar que el factor que debe tenerse más en cuenta al sustituir el combustible de bagazo por petróleo con el fin de crear excedentes de dicha fibra para su aprovechamiento en la elaboración de celulosa, es el propio costo del petróleo. Es ese costo el que determina, en primer lugar, el del bagazo para la fábrica de celulosa ^{1/}; éste determina, a su vez, la conveniencia de utilizar el bagazo frente a los demás recursos fibrosos nacionales de que pueda disponerse, y asimismo el grado en que el papel a base de bagazo puede competir con otros papeles nacionales o importados.

Conviene señalar finalmente que del análisis de los cuadros contenidos en los Apéndices puede inferirse que el tamaño de la fábrica de celulosa misma - determinante del monto de las operaciones relacionadas con el bagazo - influye sobre el costo del bagazo. Una comparación de los costos correspondientes a los cuatro casos a que se ha hecho referencia demuestra que para una fábrica de celulosa de 50 toneladas diarias de capacidad, el costo por tonelada de bagazo será de 5 a 15 por

^{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.

ciento menor que el costo correspondiente a una fábrica de 20 toneladas diarias de capacidad.

No hay que olvidar que se trata únicamente de casos hipotéticos y que las cifras citadas no pueden aplicarse con carácter general. En la práctica todo dependerá de la ubicación de la fábrica de celulosa y del número, tamaño y diferentes modalidades de operación de los ingenios azucareros que la van a abastecer de esa materia prima.

Sección IV

ELABORACION DE PASTA A BASE DE BAGAZO

Características de la fibra de bagazo

El bagazo tal como sale de los rodillos del trapiche varía en color (de un blanco grisáceo hasta un verde muy oscuro) y en composición, según la variedad de caña, el procedimiento empleado en la zafra y la forma en que cada central muele la caña.

Dos de los tres principales componentes del residuo son fibrosos, a saber, los haces fibrovasculares, que contienen principalmente fibras cortas, y las fibras corticales que evidentemente son más largas.

El tercer componente de importancia es el parénquima o médula.

Según Aronovsky ^{1/} el bagazo típico contiene aproximadamente 20 por ciento de haces fibrovasculares, 55 por ciento de fibras corticales y 25 por ciento de médula.

En la planta viva de caña azucarera, 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 ésta ^{2/}. Además, debido a que su superficie es mayor y absorbe por lo tanto más impurezas, la médula tiene un alto contenido de ceniza. El objeto principal de esta sección es analizar

^{1/} Aronovsky, S.I., "Bagasse" Pulp and Paper Manufacture, 1951, Vol. 2, Cap. 1, Tercera Parte, pp. 79-81.

^{2/} Keller, A.G., "Louisiana Sugar Cane Bagasse", Paper Trade Journal, 2 mayo 1952.

las propiedades físicas y químicas de la fibra del bagazo. La separación de la médula y sus posibles aplicaciones se tratan más adelante.

Cuadro 7

ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL BAGAZO Y DE LA MADERA

	Fibra		Ceniza Lignina		Celulosa	Pentosanos ^{a/}
	Largo medio mm.	Diámetro medio micrones	Por ciento	Por ciento	alfa Por ciento	Por ciento
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 de pentosanos, en tanto que en las maderas se encuentran además otros carbohidratos.

Según 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 se compara 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, las características que hacen de él una materia prima apropiada para la fabricación de papel, se asemejan más a las de las especies latifoliadas.

Como las fibras del bagazo son cortas y delgadas, y su contenido de hemicelulosa es comparativamente alto, las pastas elaboradas a base de este material dan papeles porosos que presentan poca resistencia al desgarramiento y poca opacidad. Sin embargo, convenientemente mezcladas, las pastas de bagazo mejoran la formación de las hojas, 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, si se utilizan sólo pastas a base de

/bagazo, se

bagazo, se pueden fabricar papeles pergamino y cristal de buena calidad.

Procedimiento para elaborar pastas a base de bagazo ^{1/}

Los procedimientos más importantes que se utilizan en la actualidad en escala comercial para la elaboración de celulosa a base de bagazo son los siguientes:

1. Procedimiento a la soda
2. Procedimiento al sulfato
3. Procedimiento sulfito-neutro o monosulfito
4. Procedimiento cloro-soda cáustica o Celdecor
5. Procedimiento mecano-químico (Chemigroundwood)

Los primeros tres procedimientos requieren el empleo de digestores a presión. En cambio en los procedimientos Celdecor y "Chemigroundwood" la cocción (lejiación) se efectúa a la presión atmosférica o a presiones que se aproximen a ella, a pesar de que ambos son fundamentalmente diferentes al igual que 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 ciento ^{2/} (sobre el peso del bagazo seco), con 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

^{1/} Para mayores detalles véase el trabajo Factores que influyen en la selección de los procedimientos y del equipo para la fabricación de celulosa a base de bagazo, por J.E. Atchinson, Vice Presidente, Parsons & Whittemore, Inc., Nueva York (Doc. 5.6).

^{2/} Puede recuperarse aproximadamente del 80 al 90 por ciento de los productos químicos utilizados.

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, cuando se mezcla con otras pastas, para fabricar papeles de imprenta.

Tratándose de pastas duras de alto rendimiento, se necesita aproximadamente de 7 a 9 por ciento de productos químicos, siendo las demás 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 cartones acanalados y papeles de envolver de calidad inferior, de tamaño medio.

2. Procedimiento al Sulfato. En este procedimiento el licor se compone de soda cáustica y sulfuro de sodio, 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 tipo al sulfato que se utiliza en la fabricación de cartón, revestimiento para cartón acanalado y papeles para sacos y envolver, etc.

Con una concentración química total (soda cáustica más sulfuro de sodio) de aproximadamente 14 a 16 por ciento (sobre el peso del bagazo seco sin médula) y una cocción de dos horas a 170° C, es posible obtener de 53 a 55 por ciento de celulosa blanqueada. Para el blanqueo se necesitan alrededor de 8 a 9 por ciento de cloro (sobre el peso de la pasta seca), y se obtiene un rendimiento en pasta de 48 a 50 por ciento aproximadamente.

A semejanza del procedimiento a la soda, el procedimiento al sulfato requiere grandes inversiones iniciales de capital en la planta y en el equipo. Además, tiene la desventaja de desprender desagradables olores provenientes del hidrógeno sulfuroso, del mercaptán, etc.

/3. Procedimiento al

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.

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, y ello arroja un rendimiento en celulosa sin blanquear de aproximadamente 55 a 58 por ciento. Estas celulosas se blanquean con facilidad obteniéndose cerca de 48 por ciento de rendimiento.

Este procedimiento se diferencia de los procedimientos alcalinos en que la hemicelulosa no es atacada y eliminada con tanta facilidad. En consecuencia se obtienen rendimientos más altos, y aunque las celulosas no son muy resistentes, presentan mejor coloración y no necesitan blanquearse cuando se utilizan para la fabricación de papeles con un grado de blancura de 50 (G.E.) ^{1/}. Estas celulosas blanqueadas se pueden usar 100 por ciento en la fabricación de papeles pergamino y cristal. Mezcladas con otras celulosas, se emplean en general para fabricar papeles finos de escribir y de imprenta.

Cuando se desea producir pastas duras 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 en este caso, pues deben usarse digestores a presión. Además, el sistema de recuperación no se aplica

^{1/} Entre las últimas modificaciones del 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 pre-hidrólisis 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 después las notas sobre la Fabricación de Papel de Diario a base de Bagazo.

a este procedimiento y, por lo tanto, su economía depende en gran medida del costo que tengan los productos químicos en el mercado local.

El ejemplo más sobresaliente de explotación comercial del procedimiento al monosulfito para elaborar celulosa blanqueada a base de bagazo, lo constituye la fábrica de la Taiwan Pulp and Paper Corporation que funciona actualmente en Formosa.

4. Procedimiento Soda Cáustica-Cloro o Celdecor ^{1/}. Este es un procedimiento continuo y en lugar de los digestores se emplean torres abiertas alternadas con estanques 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 semi-pasta así obtenido puede utilizarse en la fabricación de almas para cartón acanalado, 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. En seguida pasa por una torre (de 20 a 30 minutos) a la cual se inyecta gas cloro. Después de 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.

El procedimiento a la soda cáustica-cloro presenta algunas 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.

^{1/} Cellulose Development Corporation, Hatch End, Middlesex, Inglaterra.

5. Procedimiento Mecano-químico. Al igual que en el procedimiento al sulfato, en este procedimiento, ideado por la Northern Utilization Research Branch de los Estados Unidos ^{1/}, puede usarse indiferentemente soda cáustica sola o mezclada con sulfuro de sodio. La lejiación se efectúa en un "hydrapulper" a presión atmosférica y a una temperatura que puede fluctuar entre 98 y 99° C. El "hydrapulper" debe equiparse con un rotor de mayores dimensiones y un motor de más potencia que los que se emplean para desmenuzar los desperdicios de papel.

Empleando la misma cantidad de productos químicos, en el procedimiento mecano-químico 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 demora en los digestores comunes a presión. Además, se asegura que el rendimiento en celulosa del procedimiento mecano-químico a la soda y al sulfato para tratar el bagazo excede en 6 a 8 por ciento al que se obtiene mediante la cocción en los digestores a presión empleados en otros procedimientos.

Cuando se usa este procedimiento para elaborar celulosas 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 dura 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 para la fabricación de alma para cartón acanalado de calidad superior o papeles de envolver de baja calidad, en tanto que las celulosas blanqueadas se emplean en la fabricación de una gran variedad de papeles finos. Sin embargo, es mezclada con otras celulosas como se usa la mayoría de las veces.

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 hemicelulosa es menor que con la cocción bajo presión.

^{1/} Peoria, Illinois.

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.

Cuadro 8

ANALISIS FISICO APROXIMADO DE VARIAS MUESTRAS DE BAGAZO ENTERO

	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
	100	100	100	100	100	100

Debido a que la estructura física de la médula difiere totalmente de la de la fibra, 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/} Véase Factores económicos que hay que tener en cuenta al utilizar el bagazo como materia prima en la fabricación de papel y cartón, por E.C. Lathrop, Northern Utilization Research Branch, Peoria, Illinois (Doc. 5.2).

/1) dificulta la

- 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 rapidez con que puede fabricarse el papel.

El Dr. Joseph E. Atchinson describe ^{1/} 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 fué aumentando a medida que se extrajo la médula (antes de la lejiación), característica que se intensificó en forma casi repentina cuando se eliminó totalmente el resto;
- 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;
- 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, conviene señalar al respecto 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

^{1/} Véase el estudio denominado Factores que influyen en la selección de los procedimientos y del equipo para la fabricación de celulosa a base de bagazo, (Doc. 5.6).

Celulosa Argentina ^{1/}. Sin embargo, aunque algunas fábricas elaboran productos de calidades inferiores con bagazo sin desmedular, el criterio reinante es que es conveniente 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 se obtienen resultados óptimos tanto en el funcionamiento de la máquina de papel como en la calidad del producto obtenido, y en la economía en el precio de los productos químicos empleados por tonelada de celulosa producida, si se utiliza fibra de bagazo a la que se ha extraído la mayor cantidad posible de médula.

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 cernidor. 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 "hydrapulper" (lejiador vertical en el que la pasta se sujeta a la acción violenta de un rotor con aspas que gira a gran velocidad);
- b) el molino de fricción de un solo disco.

Según la experiencia adquirida por la Northern Utilization Research Branch, de Peoria, Illinois ^{2/}, el hydrapulper sirve mejor para separar la médula del bagazo seco, ya enfardado; en cambio, el molino triturador de un solo disco se adapta mejor para tratar el bagazo húmedo que viene directamente del ingenio.

1/ Véase el estudio denominado Realización industrial argentina en la fabricación de celulosa a base de bagazo (Doc. 5.8). El estudio de la firma Aschaffenburg al cual se ha hecho ya referencia, sostiene que en este sentido las consecuencias de no desmedular el bagazo no son tan graves como se piensa comúnmente.

2/ Véase el trabajo denominado Factores económicos que hay que tener en cuenta al utilizar el bagazo como materia prima en la fabricación de papel y cartón (Doc. 5.2)

Un industrial mexicano ha ideado hace poco un procedimiento para separar la médula que es de especial interés para esta Junta ^{1/}. 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 la separación de la médula. Según el Dr. E.C. Lathrop ^{2/}, 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 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 que se derivan 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 puede dársele 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 ^{3/} describe en forma por demás detallada algunos de los trabajos realizados y los distintos usos a que puede destinarse la médula, además del de combustible. La médula, en sí misma, es muy absorbente; tal vez el mejor ejemplo de aprovechamiento útil que ofrece es el de forraje, que se 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.

^{1/} Sr. Dante Cursi. Director de la Compañía Industrial de San Cristóbal S.A.

^{2/} Véase de nuevo documento 5.2.

^{3/} Ibid.

Por último, cabe mencionar las interesantes posibilidades sugeridas por Wells y Atchison ^{1/} para aprovechar la médula, una vez separada, en la fabricación de los mismos papeles que se hacen a base de fibra de bagazo.

Fabricación de papel de diario a base de bagazo

Sería equivocado terminar este breve análisis de algunos de los problemas que se relacionan 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 de carácter técnico 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 acepción 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, no se sabe a ciencia cierta todavía 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 - y 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 adquiriera la resistencia necesaria. A la pasta mecánica se deben principalmente sus características de opacidad, absorción de la tinta, suavidad y cuerpo.

Cuando los troncos de madera se trituran presionándolos contra una piedra giratoria, según el procedimiento mecánico, el rendimiento medio

^{1/} Wells, S.D. y Atchinson, J.E., "Elaboración de celulosa a base de la fibra del bagazo de la caña de azúcar", Paper Trade Journal, III (13), 24 de Marzo de 1941.

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; 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 Aschaffenburger. El primero emplea una hidrólisis a 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 Aschaffenburger ^{1/} la prehidrólisis se efectúa cuidadosamente con agua o ácido deluido, 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 absorbiendo la atención de todos lo que es problema fundamental, es decir, la sustitución de la fracción de pasta mecánica, o sea la fabricación, sólo 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 impresoras rotativas de alta velocidad y, sobre todo, que sea tan barato como para poder competir con el papel de diario común.

^{1/} Véase el estudio denominado El procedimiento Aschaffenburger para la fabricación de celulosa destinada a papel de diario, por Aschaffenburger Zellstoffwerke A.G., Alemania (Doc. 6.9).

Sección V.

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 fué asesorada en este estudio por el señor Jorge Guerra ^{1/}, quién tuvo a su cargo los trabajos de campo en la Argentina, El Brasil, México y Perú, cuatro de los cinco países de la región ^{2/} en que ya existen fábricas que elaboran el bagazo, y también en otros dos países que son centros productores de azúcar de importancia: Cuba y Venezuela.

El objeto de este estudio era recoger informaciones sobre la producción normal de bagazo y tratar de aclarar los problemas de liberar bagazo para la fabricación de papel; también abarcaba una investigación preliminar sobre otros aspectos de la fabricación de papel utilizando el bagazo como materia prima (sin incluir una valoración de la estructura y tamaño de los mercados para papel y celulosa ^{3/}, así como señalar aquellas regiones que parecían ofrecer buenas perspectivas para el establecimiento de fábricas de celulosa.

Originalmente se pensó utilizar el material reunido para preparar estimaciones sobre las inversiones y los costos de producción de la celulosa y/o el papel en cada uno de los seis países, basándose en el empleo de por lo menos uno de los procedimientos más conocidos para elaborar el bagazo. Desafortunadamente, por razones de tiempo, no fué posible completar este aspecto del estudio. Por este motivo, como ya se señaló en la introducción, este trabajo trata sobre todo de los problemas del abastecimiento del bagazo, y esta sección se dedica a analizar este aspecto en los seis países investigados.

^{1/} Designado por el Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba.

^{2/} El cuadro 1 del Apéndice IX proporciona 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 muy poco se sabe. Durante el trabajo de campo no se visitó Colombia.

^{3/} Este tema ha sido estudiado a fondo en el trabajo 2.0 de la Secretaría: Consumo, producción y comercio de papel y celulosa en la América Latina.

En las secciones precedentes se han dado a conocer algunas de las conclusiones a que se ha llegado y gran parte del material obtenido se consigna en los Apéndices, muy especialmente en los Apéndices VII al X, que tratan sobre el costo de la modificación de las calderas y de la sustitución del bagazo. 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 han reunido en el Apéndice XI, que sirve como complemento a la presente sección. Conviene señalar al respecto que dos de los cuadros finales (el 5: Valoración de los excedentes y deficit de bagazo, y el 6: 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 y 8 facilitan la información disponible por lo que toca al costo de los productos químicos, combustible, mano de obra, etc.

Argentina

En la provincia de Tucumán se encuentra aproximadamente el 70 por ciento de la caña de azúcar que se cultiva en la Argentina. La época de molienda comienza a fines de mayo y termina a principios de octubre. En 1953 su duración media fué de 138 días. En ese año funcionaban 27 ingenios ^{1/} en la provincia, de un total de 39 que existían en todo el país, y la producción media de bagazo fresco se acercaba a las 79.000 toneladas, fluctuando entre 48.600 toneladas en el caso de los ingenios más pequeños y 227.600 toneladas en las unidades productoras mayores. El rendimiento en bagazo de cualquiera de los 27 ingenios sería suficiente, teóricamente, para satisfacer las necesidades de materia prima de una fábrica de celulosa de 20 toneladas de capacidad, y, en efecto, cada uno de los cinco ingenios de mayor tamaño podrían abastecer a una fábrica de celulosa de 50 toneladas de capacidad. Sin embargo, prácticamente en todos los casos, habría que proceder a liberar el bagazo para la fabricación de papel recurriendo a su sustitución por otro combustible, pues además del bagazo que producen

^{1/} Véase el cuadro 2 del Apéndice XI.

- y que actualmente consumen como combustible -, todos los ingenios queman también leña ^{1/}(diez de ellos consumen además petróleo).

16 ingenios cuentan con refinerías propias; 17 producen alcohol y algunos combinan ambos procedimientos. Las posibilidades de liberar el bagazo para fabricar papel mediante un método distinto al de su reemplazo por otro combustible, son muy limitadas; el ingenio "Concepción", cuya producción de bagazo (en 1953) fué de 227.600 toneladas, es el único en que podría haberse obtenido la cantidad suficiente (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 los ingenios actuales, proporcionaría la fuente de abastecimiento de agua más adecuada para una fábrica de celulosa. Además, el gobierno tiene proyectada, para dentro de 3 a 4 años, la construcción de una presa para regulación de caudales y para la irrigación.

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 Sao Paulo ^{2/}, relativamente cercana a los grandes centros de población de Río de Janeiro y de la propia capital de ese estado.

En 1953 el estado de Sao Paulo contaba con 99 ingenios ^{3/} activos (incluyendo un ingenio que sólo producía alcohol), cuya producción media de bagazo era de 21.300 toneladas, y fluctuaba entre 500 toneladas en las unidades de capacidad menor y 110.000 en los establecimientos más grandes. El tamaño relativamente pequeño de las unidades haría necesaria la sustitución del bagazo por otro combustible en caso de que se deseara liberar esta materia prima para abastecer a una fábrica de celulosa de 20 toneladas de capacidad. Aun en ese caso, sólo 15 de los 97 ingenios

^{1/} Proveniente de la provincia vecina de Santiago del Estero.

^{2/} Especialmente dentro de un radio de unos 200 kms. de la ciudad de Sao Paulo.

^{3/} Véase cuadro 3, Apéndice XI.

estarían en situación de proporcionar por sí solos la cantidad de materia prima necesaria, y sólo tres podrían hacer frente en forma aproximada - 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 sólo fabrican alcohol del jugo de la caña de azúcar, así como la forma en que podrían obtenerse fácilmente excedentes de bagazo bajo 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 Sao 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.

Cuba

En este estudio se ha dedicado atención especial a la posibilidad de instalar una fábrica de papel y celulosa en la región septentrional de la provincia de Camaguey, servida por el Ferrocarril del Norte de Cuba.

La producción de bagazo de siete ingenios grandes ^{1/} situados en esta región alcanzó, en 1953, un promedio de 148.000 toneladas, fluctuando entre 83.000 toneladas en los más pequeños y 247.000 toneladas en las unidades más grandes. Descontando un margen de 20 por ciento de excedente de su producción de bagazo, por lo menos dos de los ingenios estarían en situación de 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, entre los restantes. En cualquiera de ellos, la sustitución parcial o total del bagazo como combustible liberaría suficiente cantidad de esta materia prima como para abastecer a una fábrica de celulosa

^{1/} Véase cuadro 4, Apéndice XI.

de 50 toneladas de capacidad, y en el caso de los centrales más grandes, la sustitución total proporcionaría bagazo suficiente para elaborar 135 toneladas diarias de celulosa.

El Ferrocarril del Norte de Cuba está unido con la red ferroviaria cubana y la distancia media que hay entre cada uno de los siete ingenios al puerto común de embarque de Nuevitas es de 117 kilómetros.

El abastecimiento de agua constituiría un problema grave y tendría que provenir de pozos en todas las ubicaciones que se escogieran.

México

Dado que el 40 por ciento del azúcar que se produce en el país proviene de la región del estado de Veracruz, situado en la costa sobre el Golfo de México, se ha concentrado la atención sobre esta zona en el presente estudio.

Los 27 ingenios que existen en la región tienen una producción anual media de bagazo que alcanza a las 34.000 toneladas, fluctuando entre 1.500 toneladas en los centrales más pequeños y 270.000 toneladas en los más grandes. Aun transformando sus instalaciones para quemar petróleo, sólo cuatro de estos ingenios ^{1/} podrían liberar suficiente 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 si reemplazara su combustible por petróleo; aun sin recurrir a esta transformación, si se hicieran economías para liberar un 20 por ciento del bagazo, éste bastaría para abastecer a 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. Tres refineries de petróleo - en Tampico, Tuxpan y Minatitlán - abastecen a la región y existen ferrocarriles que atravesando el Istmo de Tehuantepec llegan hasta los "domos" de azufre recientemente descubiertos en la costa del Pacífico.

^{1/} Cuatotolapan, San Cristóbal, Motzorongo y El Potrero.

En algunas localidades puede extraerse agua de los ríos y, según se afirma, existen también abundantes aguas subterráneas.

Perú

La caña de azúcar se cultiva en el Perú en valles independientes situados en la costa, generalmente separados unos de otros, y no en una sola región agrícola extensa e ininterrumpida. 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 fué 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 valles ^{1/} alcanzó, en 1952, un término medio de 73.000 toneladas, fluctuando entre 7.000 toneladas en las unidades más pequeñas y 540.000 toneladas 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 estos tres valles sería suficiente para abastecer a una fábrica de celulosa con una capacidad máxima hasta 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 es aproximadamente de diez meses; por lo tanto, es fácil imaginar las economías que se obtendrían fabricando papel y celulosa con el bagazo fresco proveniente directamente del ingenio, con un gasto mínimo por concepto de enfiardaje, en vez de utilizar el bagazo ya enfiardado.

En los valles de la costa el agua es muy escasa 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 en esta región para las fábricas de celulosa presenta caracteres de gravedad.

^{1/} Con un total de 15 ingenios.

Las comunicaciones por tierra a los valles son principalmente carreteras y son grandes las distancias que separan los centros consumidores de los productores. Sin embargo, en algunos de los valles existen pequeños puertos que separan sólo cortas distancias por carretera.

Venezuela

La producción de azúcar de Venezuela es la más pequeña de los seis países en que se realizaron trabajos de campo. Numerosos centrales de poca capacidad y que se encuentran muy diseminados, realizan sus operaciones de una manera bastante primitiva para producir un azúcar de tipo tradicional en vez de las calidades de azúcar comunes.

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 del gobierno en el sentido de estimular la producción de azúcar, se está ampliando uno de los actuales ingenios, y existen cinco 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 de Trujillo, el de Cumanacao, 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 de Aragua, Carabobo, Lara y Yaracuy, las redes camineras son buenas y razonables las distancias entre los centros productores y consumidores.

La producción actual de bagazo correspondiente a cada uno de los centrales en operación más apartados basta 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 a una fábrica con capacidad de 40 toneladas. Dos de estos ingenios proyectan aumentar su producción en 1955 de manera que estarían en situación de abastecer a una fábrica de celulosa de 40 y de 50 toneladas de capacidad respectivamente, suponiendo siempre que quemaran petróleo en vez de bagazo.

/Por lo

Por lo que toca a los dos proyectos de ingenios azucareros que se encuentran en realización en la zona central del país, se espera que en 1956 estarán en situación de abastecer - sustituyendo su combustible - a una fábrica de celulosa de 40 toneladas de capacidad, con ligeros aumentos en los años siguientes.

Si se consideran estas cinco instalaciones - tres en operación y dos en construcción ^{1/} - 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, Turbio 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. El quinto está situado en un valle estrecho en el que parece que no existe suficiente agua.

Sección VI

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 36.000 toneladas o, a grosso modo, a 6 toneladas de bagazo fresco por cada tonelada de celulosa elaborada. Una fábrica de celulosa con una capacidad diaria de 50 toneladas necesitaría 90.000 toneladas de bagazo fresco por año.
- 2) Considerando que el bagazo se emplea actualmente como combustible en los ingenios, para crear excedentes de esta materia prima destinada a la elaboración de celulosa, será necesario adoptar medidas para economizar combustible en los ingenios, 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. Aun obteniéndose los mejores resultados, las economías no sobrepasarán de un 20 a 30 por ciento del bagazo producido.

^{1/} En operación: los ingenios de Tacarigua, Santa Teresa y Matilde.
En construcción: los ingenios de Tocuyo y Río Turbio.

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) Sin embargo, 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 la celulosa, está supeditada a la existencia de 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. De esta manera, la estación de enfardado podrá funcionar con el máximo de eficiencia y se aprovechará al máximo el capital invertido en la conversión de las calderas o en mejoras en el ingenio.

7) Se logrará disminuir aún más 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 a un 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 de alcohol, este

/procedimiento "posible"

procedimiento "posible" para liberar bagazo puede aplicarse sólo al Brasil.

10) Veinte a treinta por ciento de excedentes de bagazo sólo pueden obtenerse en los ingenios de capacidad más bien grande, que no refinan azúcar. Los ingenios de azúcar moreno más grandes de Cuba presentan posibilidades muy halagadoras en este sentido. Además, el precio elevado que tiene el petróleo en ese país impide considerar la liberación del bagazo por el empleo de otro combustible sucedáneo.

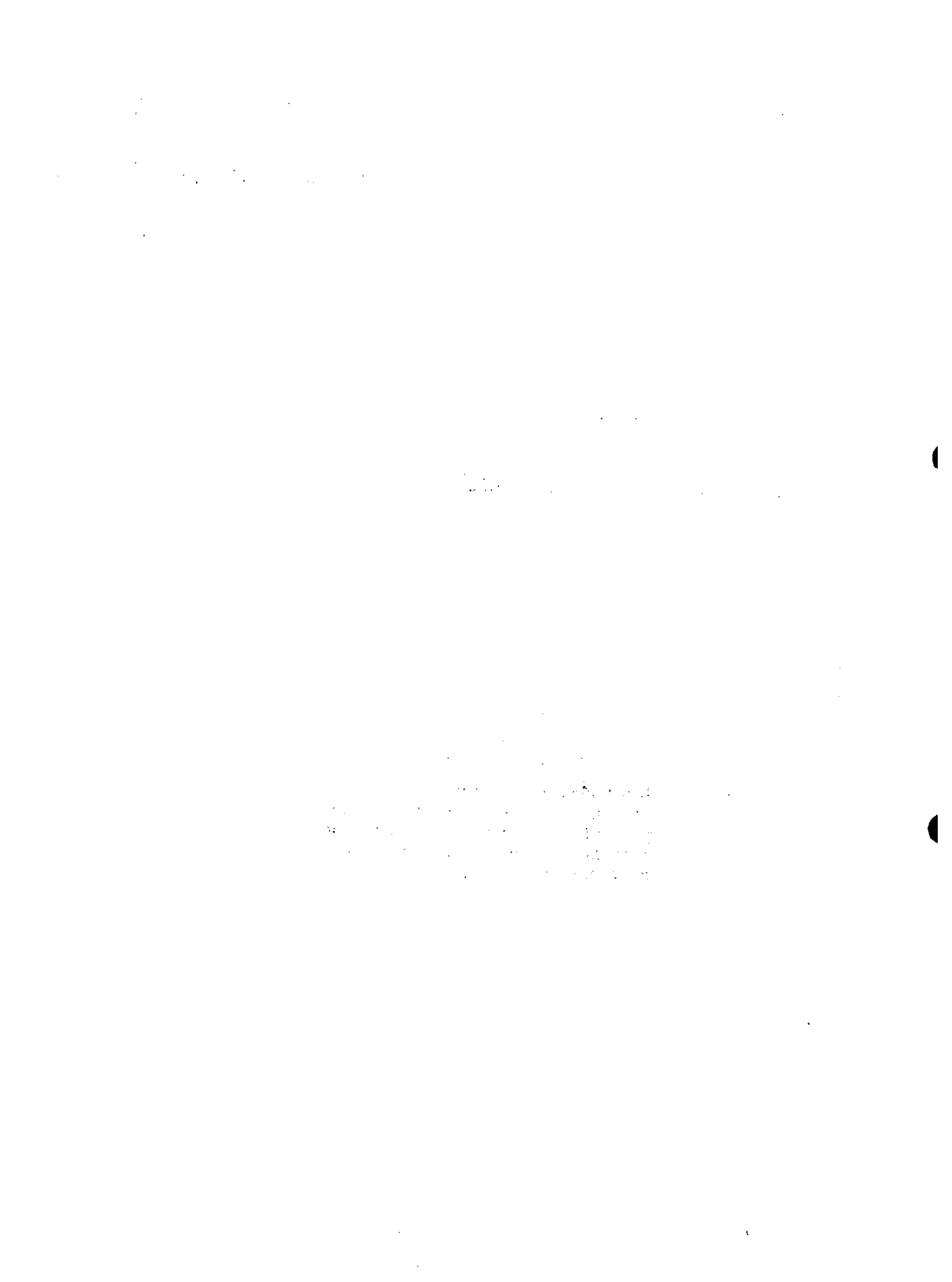
11) En los centrales que cuentan con su propia refinería o planta destiladora, o con ambas, los excedentes de bagazo son pequeños o nulos. La única manera de liberar cantidades importantes de bagazo para la fabricación de papel, sería reemplazar este combustible por otro apropiado. Esta práctica encontraría un ambiente propicio en aquellos países como México, 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 (y, por lo general, comprenden una refinería y una planta destiladora o ambas a la vez), el problema de liberar bagazo en forma económica para fabricar papel, presenta características diferentes, y de más difícil solución. 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; b) estimular la producción de "alcohol solo", 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 ceñirá principalmente 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 tiene que desempeñar un papel de gran significación en aquellos países productores de caña de azúcar que carecen de otras materias primas fibrosas.

A P E N D I C E S I a X I

Nota: Los apéndices de este estudio no han sido traducidos al español por falta material de tiempo y se distribuyen provisionalmente en su versión inglesa.



APPENDIX I

YIELD RELATIONSHIPS IN SUGAR-CANE GRINDING OPERATIONS

The following simplified example illustrates some of the relationships between the yield of sugar, bagasse, final molasses and "residual alcohol" in sugar-cane operations. It is based on Cuban raw sugar and final molasses production figures in 1953.

$$\begin{aligned} \text{Sugar produced (raw sugar, 96}^\circ \text{ equivalent)} &= 34,509,473 \text{ bags}^{1/} \\ &= 5,160,000 \text{ metric tons (96}^\circ \text{)} \end{aligned}$$

Conversion of 96° raw sugar to pure (100%) sucrose gives

$$5,160,000 \times .96 = 4,960,000 \text{ metric tons sucrose} \quad (1)$$

$$\text{Molasses produced} = 278,218,485 \text{ U.S. gallons}$$

Assuming a weight of 12.0 lbs. per gallon of molasses, equivalent to a specific gravity of $\frac{12.0}{8.345} = 1.44 \text{ Kg/litre}$

$$278,218,485 \times 3.785 \text{ (litres/gallon)} \times 1.44 \text{ Kg/litre} = 1,510,000,000 \text{ Kg.}$$

Assuming 55 per cent total sugars (as sucrose) in molasses

$$1,510,000 \times .55 = 830,000 \text{ metric tons sucrose in molasses} \quad (2)$$

Adding together (1) and (2) above :

$$4,960,000 \text{ tons sucrose in sugar produced}$$

$$+ \underline{830,000} \text{ tons sucrose to molasses}$$

Total 5,790,000 metric tons sucrose in sugar-cane juice to sugar house.

Assuming 92 per cent extraction of sucrose in cane at the crushing rolls, we get :

$$\frac{5,790,000}{.92} = 6,300,000 \text{ tons sucrose in cane ground}$$

Therefore 6,300,000 - 5,790,000 = 510,000 metric tons sucrose to bagasse.

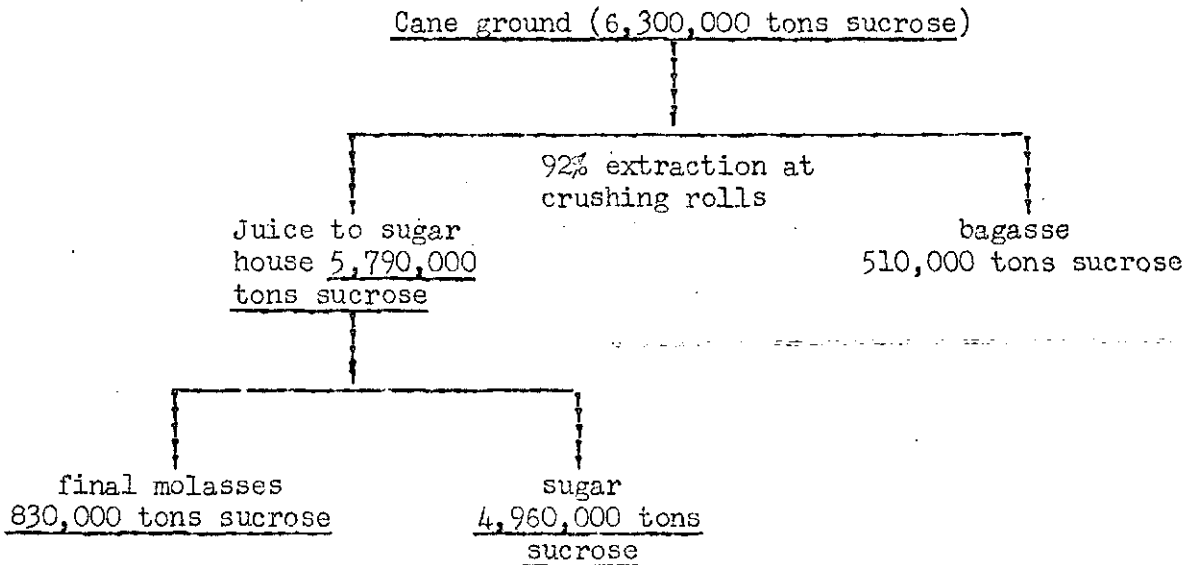
^{1/} One bag = .1495 metric tons.

Commercial yield of sugar = 12.75 Kg 96° raw sugar per 100 Kg of cane ground

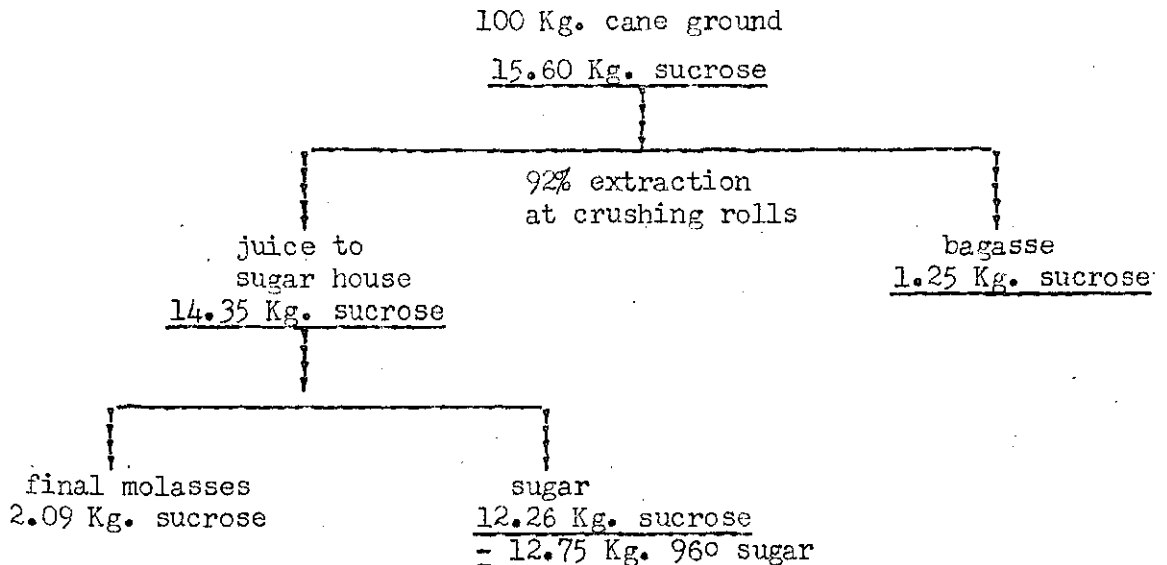
Cane ground = $\frac{5,160,000 \text{ tons } 96^\circ \text{ raw sugar}}{.1275} = 40,400,000 \text{ tons cane ground}$

Percentage sucrose in cane ground = $\frac{6,300,000 \text{ tons} \times 100}{40,400,000 \text{ tons}} = 15.6 \text{ per cent}$

The above weight relations of sucrose in cane, bagasse, sugar and molasses may be illustrated in diagram form as follows :



Or, on a percentage basis (per 100 Kg. of cane ground) :



/The respective

The respective percentages of sucrose in cane to bagasse, juice to sugar house, sugar and molasses are :

		<u>Per cent</u>
Sucrose to bagasse	$\frac{1.25}{15.6} \times 100 =$	8.0
Sucrose to sugar	$\frac{12.26}{15.6} \times 100 =$	78.6
Sucrose to final molasses	$\frac{2.09}{15.6} \times 100 =$	$\frac{13.4}{92.0}$
Sucrose to sugar house juice =		$\frac{92.0}{100.0}$

Therefore, composition of resulting bagasse -

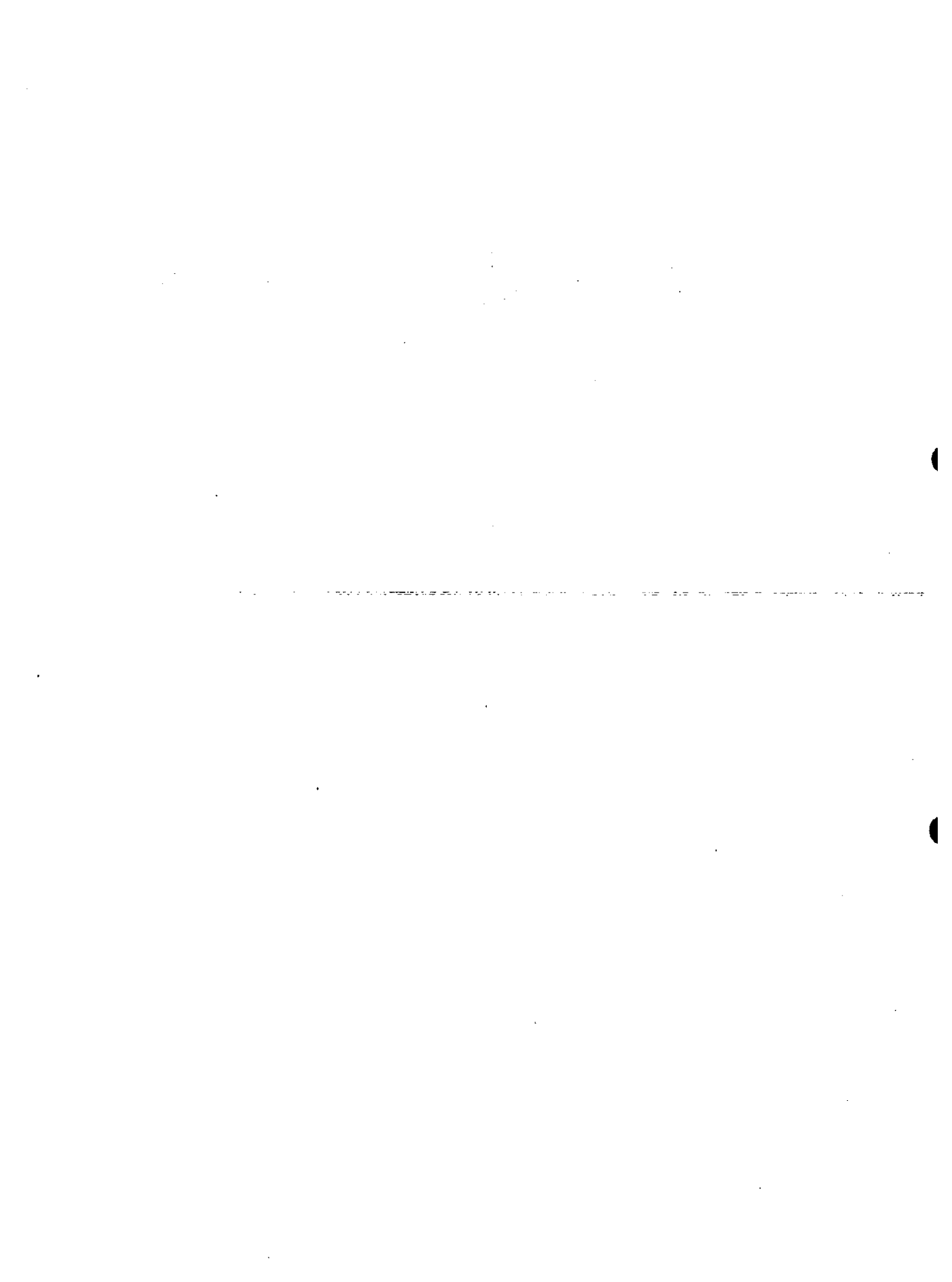
[Assuming 13 per cent fibre (including pith) in cane, and bagasse at 50 per cent moisture content] is per 100 Kg. of cane :

	<u>Kgs</u>	<u>Per cent</u>
Fibre in bagasse	13.00	45.6
Sucrose in bagasse	$\frac{1.25}{14.25}$	4.4
Water in bagasse	$\frac{14.25}{50.0}$	50.0
TOTAL	<u>28.50</u>	<u>100.0</u>

If cane is ground not for sugar production, but to manufacture "direct" alcohol from juice, it follows from the above that the commercial yield of sugar from cane ground must not be taken as a basis for the calculation of the amount of alcohol that can be produced, because sucrose losses to final molasses are in that case non-existent. It is in fact the yield of sucrose to sugar house juice that should be used for the calculation. In the above example, the ratio of both yields is :

$$\frac{\text{Sucrose to sugar house juice}}{\text{Sucrose to sugar produced}} = \frac{92.0\%}{78.6\%} = 1.17$$

However, in the case of cane grinding, both for sugar production and for "direct" alcohol production from cane juice, it appears likely that the same percentage extraction during the grinding operation may be assumed, i.e., about 92 per cent.



APPENDIX II

DIFFERENT TYPES OF SUGAR MILL INSTALLATIONS AND THEIR
RELATIVE PREVALENCE IN ARGENTINA, BRAZIL, CUBA AND PERU

A survey of the sugar-cane industry reveals that there are installations for :

- 1) The exclusive production of raw sugar as an end-product (and of final molasses as a by-product). From the standpoint of process operation these are the simplest installations and may be referred to as "plain sugar mills".
If special market conditions necessitate, these types of installation may stop short their regular production operation and manufacture high-test liquid molasses (and/or invert liquid molasses) instead of raw sugar.
- 2) The production of raw sugar and the refining of this raw sugar as a subsequent operation. These may be referred to as "sugar mills with refinery". They may of course produce either raw sugar, refined sugar, or both in varying ratios, depending on market conditions or other circumstances. They may also refine raw sugar from other "plain sugar mills". Thus operational practice may differ from one refinery to another, since there are several different processes for refining.
- 3) The production of raw sugar and the fermentation of sugar (in by-product final molasses) to alcohol, including distillation. These may be termed "sugar mills with distillery". Here again in the case of alcohol production different practices may be found; the end-product of molasses fermentation and distillation may variously consist of either rich wines (aguardientes), standard 96° alcohol, or anhydrous alcohol, or of any two of them or even all three in different ratios, depending on the type of installation and market conditions.
- 4) Installations combining 2) and 3) above, or in plain terms "sugar mills with refinery and distillery". All the alternatives already pointed out for 2) and 3) are open to these installations as possibilities;

/5) A fifth

- 5) A fifth type of installation in which no sugar at all is produced, but only alcohol, by fermentation of sugar in juice coming directly from the cane milling operation. Such installations may be called "direct alcohol mills". It is obvious that an installation of type 3) or 4) above may also operate in this fashion, since it has available both the cane milling and the distillery equipment.

The relative prevalence of the above five types of installations in different sugar-cane producing countries, depends largely on the internal and external economic factors operating in each country :

- a) Since the greater proportion of sugar consumed reaches the ultimate consumer in refined as opposed to raw form, cane sugar production for local internal markets tends to be mostly in the form of refined sugar.
- b) Since a large proportion of the sugar entering the international market is sold in raw form by the exporting countries, to be subsequently refined in the importing countries, it follows that a rather large proportion of the cane-sugar produced in exporting countries will be in the form of raw sugar. It thus follows that in general :
 - 1) non-producing countries will operate "independent" refineries;
 - 2) sugar-cane producing countries which also import sugar will operate sugar mill refineries on imported raw sugar.
- c) Since consumption of alcohol is closely connected with size of consumer market and degree of industrial development, production of alcohol (whether "residual" from sugar mill final molasses or "direct" from cane juice) will be relatively greater in countries with a higher degree of industrial development and a large market for alcohol (provided, of course, that no alternative cheaper sources of alcohol are available, e.g. petroleum).
- d) Since alcohol (anhydrous) may be partly substituted for gasoline (in gasoline-alcohol mixtures) for use in automobiles, alcohol production ("residual" or "direct") from sugar cane will be relatively larger in those countries lacking petroleum.

/These economic

These economic considerations modified or reinforced by special government measures, account for the widely different distributions of the five types of sugar-cane mill installations, and for the different proportions in which the different sugar-cane end-products are produced from country to country. The following table shows how these considerations have affected the distribution of mill types and the proportion of refined sugar produced in Argentina, Brazil, Cuba and Peru.

The table is far from complete in that for Brazil and Argentina only about 33 per cent and 88 per cent respectively of total sugar produced are accounted for; also, no data on sugar mill "types" could be obtained for Peru. Nevertheless, the data contained in the table reflect the considerations set out above.

In Cuba, a very heavy sugar exporter, 88 per cent of the sugar mill installations are "plain sugar mills", while for Tucumán and Sao Paulo the corresponding figures are 37 and 29 per cent. In Cuba, 8 per cent of its sugar mills have "distillery" installations, the corresponding figures for Tucumán and Sao Paulo being 63 and 71 per cent respectively.

The ratio of alcohol to sugar production - at a value of 0.97 litres of alcohol per ton of sugar produced - is lowered for Cuba by the combined effect of its large proportion of sugar exports, a small population in absolute numbers and a relatively low level in industrialization. For Argentina (Tucumán), with no sugar exports, a larger population and a higher degree of industrial activity, this ratio rises to 130 litres of alcohol per ton of sugar produced. Finally, for Brazil, also with no sugar exports, a still larger population, a fair degree of industrial activity and a government policy of stimulating alcohol production, the ratio is higher still, 173 litres of alcohol per ton of sugar produced.

/Table I

Table I
PRODUCTION AND NUMBER OF MILLS PRODUCING RAW AND REFINED SUGAR IN ARGENTINA, BRAZIL
CUBA AND PERU ^{a/}

Country	S u g a r			R a t i o s		Alco hol M.lts.	Ratio Alcohol Total Sugar lbs./ton	No. of sugar mills			R a t i o s			Observations	
	Raw Sugar M Tons	Refined Sugar M Tons	Total Sugar M Tons	Raw Total	Refined Total			(a) Plain	(b) With Refin.	(c) With Dist.	To- tal	a To- tal	b To- tal		c To- tal
Argentina ^{b/}	276	225	501	.55	.45	65,077	130	10	16	17	27	.37	.59	.63	Practically self-sufficient as to sugar production
Brazil ^{c/}	607	95	702	.87	.13	121,856	173	29	23	70	99	.29	.23	.71	Practically self-sufficient as to sugar production
Cuba ^{d/}	6,518	712	7,230	.90	.10	6,980	.97	143	18	13	161	.88	.11	.08	Heavy exporter of sugar: Exports, 95% of production, on average.
Perú ^{e/}	363	108	471	.77	.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Heavy exporter of sugar: Exports, 65% of production in 1952

^{a/} For the purposes of the table, only those mills that actually produced refined sugar in the period are considered as "mills with refinery", and the same applies to "mills with distillery". Productions of alcohol are those attained at sugar mill distilleries only; alcohol production by independent distilleries is not taken into account.

^{b/} Province of Tucumán only, 1953. In this year the province of Tucumán produced 88 per cent of all sugar made in Argentina.

^{c/} State of Sao Paulo only, data for 1953. In this year the State of Sao Paulo produced 33 per cent of all sugar made in Brazil. Source: [Associação de Usineiros de Sao Paulo].

^{d/} Entire country of Cuba, 1952. [Source: Anuario Azucarero de Cuba, 1953].

^{e/} Entire country of Peru, 1952. [Source: Sociedad Nacional Agraria]; no data available on alcohol production and types of sugar mill installations.

APPENDIX III

LIST OF MEASURES FOR REDUCING FUEL REQUIREMENTS AT SUGAR MILLS

For the convenience of readers, the various measures which may be taken at sugar mill installations in order to reduce over-all fuel requirements (whether of bagasse, of additional or supplementary fuel, or of both) are listed below. The list is based essentially on the discussion contained in the paper "Saving of bagasse for paper-making - thermal considerations"^{1/}, and reference should be made to that paper for further details, including estimates of percentage savings in steam and bagasse.

1) Savings in steam generationa) General improvement of steam generation conditions :

- i) adoption of measures for improved control and regulation of combustion (CO₂ indicators, draft gauges and controls, soot blowers, etc.);
- ii) insulation of boilers and main steam distribution lines,
- iii) insulation of main return condensate lines and feedwater tanks,
- iv) adoption of measures for minimizing boiler scale formation (water treatment, blowdown control, etc.).

b) Specific improvement ("modernization") of steam generation conditions :

- i) adoption of improved types of furnaces and stoking practices;
- ii) installation of air preheaters;
- iii) installation of economizers;
- iv) installation of superheaters.

^{1/} Cellulose Development Corporation and John Thompson Water Tube Boilers Ltd.

2) Savings in steam usage

a) General improvement of steam usage conditions :

- i) insulation of secondary distribution lines, process equipment, tanks, heat exchangers, etc.,
- ii) installation of steam traps wherever feasible,
- iii) collection of all exhaust steam in a closed, well-insulated, back-pressure system or circuit,
- iv) collection of all hot water condensates in a closed, well-insulated, return feedwater system.

b) Specific improvement ("modernization") of steam usage conditions :

- i) off-bleeding of steam, between the effects, for juice heating;
- ii) increasing the number of effects;
- iii) circulation and flashing of condensates from the early effects into the subsequent effects;
- iv) installation of thermocompressors;
- v) ~~installation of steam accumulators against sudden changes~~ in steam demand;
- vi) reduction of the moisture content of bagasse by improved operation of the discharge cane crushing rolls.

c) Changes in process operation conditions :

- i) reduction of imbibition water;
- ii) reduction of the exhaustion of sugar from intermediate and final molasses.

APPENDIX IV

STEAM REQUIREMENTS FOR DIFFERENT KINDS OF SUGAR MILL OPERATION

1. Mills producing only raw sugar

Depending on the conditions of steam generation and consumption, steam requirements for the operation of cane sugar mills producing only raw sugar ("plain sugar mills") have been estimated as follows^{1/}:

<u>Type of mill</u>	<u>Kg steam per ton of cane</u>
a) Completely unelectrified, direct action steam-driven pumps	600 - 700
b) Modern, with a turbo-generator supplying current for all small machines, particularly pumps; steam carefully used	500 - 600
c) With quintuple effect, steam bleeding from the evaporators, thermo-compression or evaporation under pressure; with high pressure steam, superheated	400 - 500

2. Sugar mills with refinery

In this kind of installation steam requirements for the additional operation of refining may be estimated on the basis of the following data:^{2/}

"From raw sugar to refined sugar :

Process steam)
Power steam) 175 Kg per 100 Kg of refined sugar

Yield of refined sugar based on raw sugar of 96° is 93-94 per cent (average 93.5 per cent)".

^{1/} Saving of bagasse for papermaking - thermal considerations (Doc. 5.3), Cellulose Development Corporation and John Thompson Water Tube Boilers, Ltd.

^{2/} Shreve, R. Norris, The Chemical Process Industries, McGraw Hill, New York 1945.

The computed quantity of steam required for that part of raw sugar going to refining must be added to that required for raw sugar production in order to arrive at the total steam requirements of the installation. It is obvious that the total steam requirements of this type of installation will vary from a minimum, when, for example, no refining is done at all (refinery not operating), to a maximum, when all the raw sugar being produced is also refined.^{1/}

3. Sugar mills with distillery

Steam requirements for the additional operation of distilling alcohol may be estimated on the basis of the following :

"From final molasses to alcohol :

Steam : 50 lbs. per U.S. gallon of 190° proof alcohol
= 6.0 Kg/litre of 190° proof alcohol"^{2/}

Mariller^{3/} gives a figure of 5.0 Kg steam/litre.

For estimation purposes ~~it seems reasonable~~ to use the average of these two values : 5.5 Kg steam/litre.

This figure applies to production of 190° proof alcohol (95° Gay Lussac approx.); if cane brandy (aguardiente) or anhydrous alcohol is produced, lower and higher steam requirements per litre of product respectively may be expected.

4. Sugar mills with refinery and distillery

For this type of installation total steam requirements may be calculated quite simply by adding together the corresponding partial requirements for raw sugar production, refining and distilling given above.

^{1/} Steam requirements would of course be even higher if the refinery processes, not only all its own raw sugar, but raw sugar from other mills. However, since we are concerned with steam requirements per ton of cane ground, this case is not relevant here.

^{2/} Shreve, R. Norris, loc. cit.

^{3/} Mariller : Distillerie Agricole et Industrielle.

/5. Mills producing

5. Mills producing direct alcohol

There are few direct alcohol mills (where no sugar whatever is produced) in Latin America; so far as the Secretariat is aware, these few are all located in Brazil. There appear to be no published data showing steam requirements in this type of installation. The general impression gathered in Brazil from persons connected with the industry is that the amount of steam required in direct alcohol operations is similar to that required in the more ordinary case of alcohol production from final molasses (5.5 Kgs of steam per litre of direct alcohol produced), no additional steam being required for the cane milling or grinding operation. This general impression agrees with the important general conclusion^{1/} that in "plain sugar mill" operation "only three-quarters at most of the steam produced passes through the power units". In "direct" alcohol production from cane juice the yield of alcohol per ton of cane is such that, with a steam requirement of 5.5 kg. steam/ton of alcohol produced, sufficient steam is practically assured for the operation of the mill prime movers.

Reference to Case II in Appendix VI (mill producing "direct" alcohol from ground cane juice, but manufacturing no sugar) may help to make this clear. In that example the amount of steam required for distillation is estimated at 410 kg. steam/ton of cane ground.

Steam requirements for "plain sugar mill" operation (Appendix VI, Case I) including motive steam for the cane grinding power units, are estimated at 600 kg. steam/ton of cane ground.

Since only three-fourths (at most) of total steam requirements for "plain sugar mill" operation need pass through the power units, this means that 450 kg. steam/ton of cane ground are required for actuating the cane grinding power units and all other steam-driven power units in the sugar mill.

Comparing these two figures (a) 410 kg. steam/ton of cane ground required for "direct" alcohol production, and (b) 450 kg. steam/ton of cane ground required (at most) to actuate all the steam-driven equipment (cane grinding power units plus all other mill power units), it may be

^{1/} Saving of bagasse for papermaking - thermal considerations, Cellulose Development Corporation and John Thompson Water Tube Boilers, Ltd. (Doc. 5.3)

concluded that cane grinding power steam requirements in "direct" alcohol production can certainly be taken care of solely by the process steam requirements for alcohol production, and that no additional power steam will be required.

The example quoted concerned an unimproved sugar mill, with a total steam requirement of 600 kg. steam/ton of cane ground. If we were to consider an improved sugar mill, with a total steam requirement of the order of 500 kg. steam/ton of cane ground, the conclusion would be strengthened.

APPENDIX V

BAGASSE AS FUEL : STEAM GENERATION EQUIVALENT AND FUEL OIL VALUE

The steam generation equivalent of bagasse, or the number of kg. of steam that may be raised in a sugar mill boiler installation from the burning of one kg. of bagasse depends on three main factors :

- 1) the gross calorific value of the bagasse being burned,
- 2) the gross efficiency of the boiler, and
- 3) the enthalpy gain at the boiler (the enthalpy of the steam leaving the boiler minus the enthalpy of the feedwater entering the boiler).

The gross calorific value of the bagasse being burned may be estimated from a knowledge of its moisture content.

The gross boiler efficiency, for two different types of boilers (stepped-grate and hearth type), at various bagasse moisture contents and final exit gas temperatures may be estimated by referring to figure 1 and figure 2 of paper 5.3, Saving of bagasse for papermaking - thermal considerations.^{1/} The enthalpy gain at the boiler may be obtained by reference to ordinary steam tables. The following example illustrates the procedure:

Assume:

- i) moisture content of bagasse : 50 per cent;
- ii) boiler furnace : hearth type;
- iii) final exit gas temperature : 250° C;
- iv) condition of steam leaving boiler : 10 kg./cm² absolute pressure saturated, and
- v) temperature of feedwater entering boiler : 95° C.

then :

- a) gross calorific value of bagasse at 50 per cent moisture content = 2,300 K.cal/kg. of bagasse;
- b) gross boiler efficiency, hearth type furnace, bagasse at 50 per cent moisture content, final exit gas temperature 250° C = 63 per cent;
- c) heat transferred at the boiler = $\frac{(a) \times (b)}{100} =$
 $2,300 \text{ K.cal/kg. bagasse} \times \frac{63}{100} = 1,449 \text{ K.cal/kg. bagasse};$
- d) enthalpy gain at the boiler. $\frac{100}{100}$
 Enthalpy of steam, 10 kg./cm² abs., saturated = 664.4

^{1/} Cellulose Development Corporation and John Thompson Water Tube Boilers Ltd.
 /minus enthalpy

minus enthalpy of feedwater, 95° C = 95

$$\frac{664.4}{95.0} = 569.4 \text{ K.cal/kg. of steam;}$$

Therefore :

$$\begin{aligned} \text{e) steam generation equivalent of bagasse} &= \frac{c}{d} \\ &= \frac{1,449 \text{ K.cal/kg. bagasse}}{569.4 \text{ K.cal/kg. of steam}} = 2.5 \end{aligned}$$

That is to say, under the conditions assumed, 2.5 kg. steam will be generated per kg. of bagasse (containing 50 per cent moisture) burned.

Turning to the fuel oil value of bagasse, the fuel oil replacement ratio can be calculated very simply. The following example illustrates the procedure :

Typical bagasse burning boiler specifications are :

$$\begin{aligned} 61,000 \text{ lbs. steam per hour} &= 27,500 \text{ kgs/hr} \\ 100 \text{ psi gauge (114.7 abs)} &= 8.06 \text{ kg/cm}^2 \\ 212^\circ \text{ F feed water} &= 100^\circ \text{ C feed water} \end{aligned}$$

Assuming a steam consumption of 600 kgs per ton of cane crushed (the case of an unimproved sugar mill) this corresponds to $\frac{27,500}{600} = 45.8$ tons of cane crushed per hour. If all the bagasse produced is burned in the boiler, this means $45.8 \times .25 = 11.4$ tons of fresh bagasse (50 per cent moist) burned per hour.

50 per cent moist fresh bagasse has a gross calorific value of 2,300 K.cals per kg. Taking a boiler efficiency of 58 per cent (hearth-type furnace, Celdecor-Thompson value, fig.1, with allowance for a slight drop in efficiency due to higher moisture content of bagasse) we

/get a heating

get a heating value of 1,335 Kcals per kg.^{1/}

Taking now the gross calorific value of fuel oil at 10,000 Kcals per kg and assuming 80 per cent boiler efficiency (Celdecor-Thompson values) we have a heating value for fuel oil of 8,000 Kcals per kg.

Thus, if fuel is substituted for bagasse, and no other "modernization" is carried out at the sugar mill, 1 ton of fuel oil will replace 6 tons of 50 per cent moist fresh bagasse.

^{1/} Total heat transferred at the boiler is $1,335 \times 11.4 = 15.2$ million Kcals per hr. This corresponds to 27,500 kgs per hr of steam generated, giving 554 Kcals per kg of steam. A check from the steam tables (Marks) gives 557 Kcals. Elsewhere in this study, therefore, a rounded figure of 555 Kcals per kg of steam generated is used.



APPENDIX VI

CANE GROUND FOR SUGAR AND FOR ALCOHOL IN BRAZIL

This note examines the proportions in which cane is ground for sugar and for alcohol in Brazil as a whole and in the State of São Paulo. It continues with an assessment of the bagasse surpluses and deficits which arise in different types of sugar mills.

1. Amounts of cane ground for sugar and for alcohol

For Brazil, from information gathered from Sr. Lino Morganti^{1/} and other sources, it may be estimated that the yield of sugar (raw and refined) is about 10.5 kg. per 100 kg. of cane "ground solely for sugar production", or 10.5 per cent.

Multiplying this yield by the ratio $\frac{92.0}{78.6} = 1.17$ of sucrose in juice from grinding operations, to sucrose in sugar, gives a sucrose yield of cane of $10.5 \times 1.17 = 12.4$ per cent, or 124 kg. sucrose per ton of cane.

Mariller, in his Distillerie Agricole et Industrielle, points out that 100 kg. of invert sugar (glucose) will theoretically produce 61 litres of alcohol; in practice, say 57.

The juices contain predominantly sucrose, and 100 kg. of sucrose will produce 105 kg. invert sugar. Therefore 100 kg. sucrose will produce

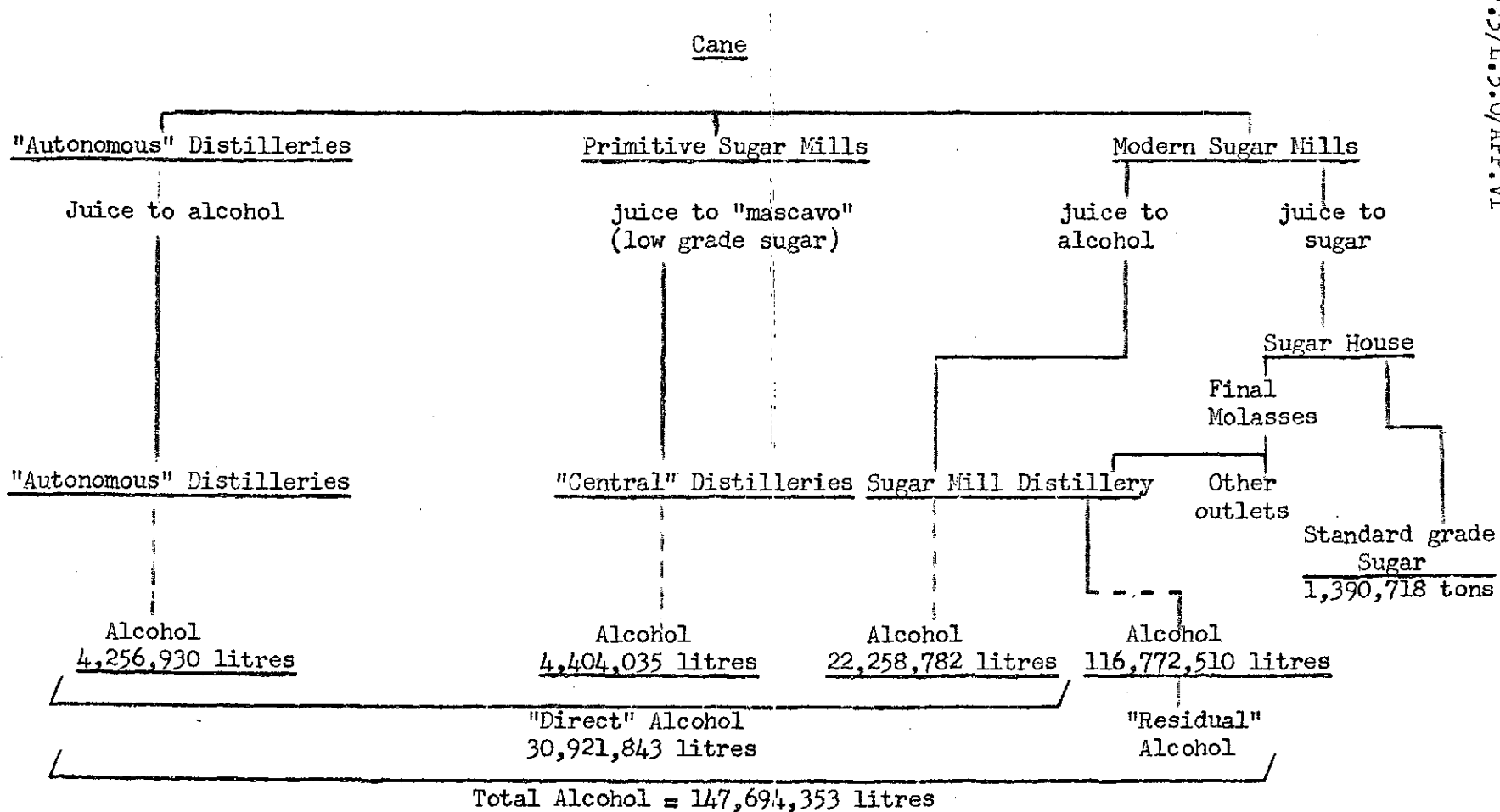
$57 \times \frac{105}{100} = 60$ litres of alcohol. Hence 1 ton of cane will produce

$60 \times \frac{124}{100} = 74.5$ litres of direct alcohol.

Tables 1 and 2 which follow show respectively, for the entire country of Brazil and for the State of São Paulo, the average figures for sugar, "residual" alcohol and "direct" alcohol production for the three crop years 1948/1949, 1949/1950 and 1950/1951 (Source: "Análise de tres safras de álcool", by Moacir Soares Pereira, Brasil Açucareiro, 1953).

^{1/} Technical Director, Refinadora Paulista, São Paulo.

Table I
Cane distribution to sugar and alcohol production^{a/}
Brazil (entire country)



^{a/} Average figures for three sugar crops 1948/49, 1949/50, 1950/51.

For a sugar mill which produces the 36,000 metric tons of fresh bagasse required by a 20 ton daily capacity pulp plant, the capital cost of equipment involved in using fuel oil instead of bagasse represents 26, 18 and 13 U.S. cents respectively per ton of bagasse released. These results are shown in Graph 1.

2. HANDLING AND BALING COSTS

The standards for bale size and weight, and for baler capacity in all three of the examples which follow have been taken as:

- a) Bale size: 46 x 56 x 81 cms.;
- b) Bale volume: 208 m³ approximately;
- c) Baled bagasse density: 276.33 Kg/m³ dry weight
552.66 Kg/m³ at 50 per cent moisture;
- d) Weight of bales: 62.8 Kg air-dry weight^{1/}
113 Kg at 50 per cent moisture;
- e) Maximum baling rate: 60 bales/hr ^{2/}
60 bales/hr x 113 Kg/bale: 6,800 Kg/hr: 6.8
metric tons/hr.

^{1/} 10 per cent moisture content.
^{2/} Conservative estimate. Celotex report faster operation.

APPENDIX VII

COST OF CONVERSION TO ALTERNATIVE FUEL

(20 ton daily capacity pulp mill)

1. BOILER CONVERSION COSTS

For a sugar mill with a grinding season of six months (Case II) the cost of adapting the boilers burning bagasse to operate on fuel oil, may be estimated as follows:

	<u>U.S. dollars</u>
3 burners and steel windbox	6,000
Blowers	2,000
Oil pumping and heating set	6,000
Oil storage tank	5,000
Boiler modifications	5,000
Oil supply pump	2,500
Piping	<u>2,000</u>
Total cost (equipment f.a.s. New York)	28,500
(Ocean freight, insurance, installation, etc.)	<u>5,500</u>
<u>Total cost of installed equipment</u>	<u>34,000</u>

Corresponding estimates for sugar mills with grinding seasons of three months (Case I) and nine months (Case III) are 50 and 25 thousand U.S. dollars respectively.

Depreciation, interest, spares and maintenance, are estimated as follows:

	<u>Case I</u>	<u>Case II</u>	<u>Case III</u>
	(Grinding season 3 months)	(Grinding season 6 months)	(Grinding season 9 months)
Depreciation (10 per cent)	5,000	3,400	2,500
Spares and maintenance (5 per cent)	2,500	1,700	1,250
Interest (4 per cent)	<u>2,000</u>	<u>1,360</u>	<u>1,000</u>
U.S. dollars	9,500	6,460	4,750

/For a

The following hypothetical example is based on fuel oil cost in Cuba.

	Case I		Case II		Case III	
	Per ton US\$	Total US\$	Per ton US\$	Total US\$	Per ton US\$	Total US\$
a) Fuel oil (36,000 tons fresh bagasse = 6,000 tons fuel oil, at \$ 22.30/ton)	3.72	133,800	3.72	133,800	3.72	133,800
b) Handling labour (manhours at 0.82)	1.33	47,730	0.98	35,430	0.60	21,650
c) Baling wire	0.21	7,560	0.14	5,040	0.07	2,520
d) Depreciation, interest, and maintenance for fuel oil equipment	0.26	9,500	0.18	6,460	0.13	4,750
e) Depreciation, interest and maintenance for handling equipment	<u>0.55</u>	<u>19,882</u>	<u>0.44</u>	<u>15,766</u>	<u>0.38</u>	<u>13,703</u>
Total	6.07	218,472	5.46	196,496	4.90	176,423

The costs shown are for the delivery of the equivalent of 30 thousand tons of fresh bagasse delivered, either fresh or baled, in loose form to the start of operations in the pulp mill; they are shown in total and per ton of fresh bagasse.

Notes: In the case of:

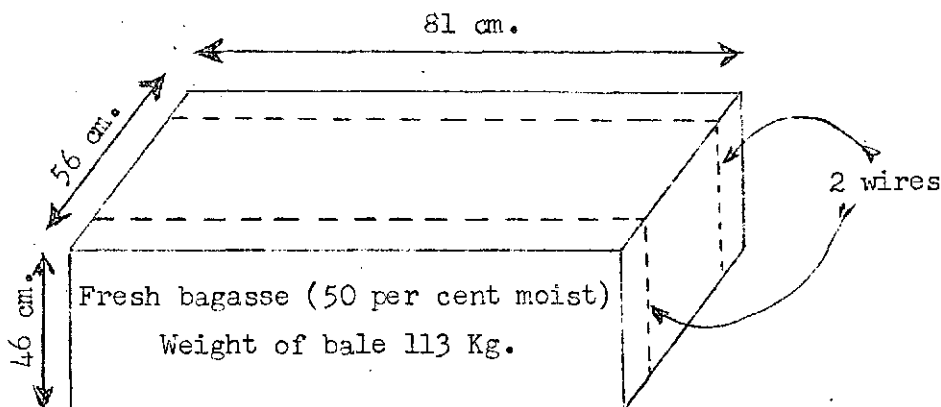
1) a very large, very modern sugar mill, with steam usage practices at their best, and able to provide the required amount of bagasse as a surplus without resorting to fuel oil or to any capital outlays for "modernization", items (a) and (b) would disappear; there would remain only the bagasse handling charges (labour and equipment) and baling wire [Items (c), (d) and (e)]7.

2) a very large sugar mill, with steam usage practices at their best, and able to provide the required amount of bagasse as a surplus without resorting to fuel oil, but requiring a certain capital outlay for "modernization", items (a) and (b) disappear; there would remain items (c), (d) and (e), and a new "capital cost of modernization" item, (f) would have to be added.

/ 3) a sugar

4) BALING WIRE

Bale ^{a/}



Length of 1 wire = $2 \times 46 \text{ cm.} + 2 \times 81 \text{ cm.} = 254 \text{ cm.}$

2 wires = $254 \text{ cm.} \times 2 = 508 \text{ cm.}$ or say 5.5 metres to allow for splicing.

In a ton of fresh bagasse there are: $\frac{1,000 \text{ Kg./ton}}{113 \text{ Kg./bale}} = 8.8 \text{ bales}$

$8.8 \text{ bales/ton} \times 5.5 \text{ m. wire/bale} = 48 \text{ m. wire/ton of bagasse}$

Cost of wire = \$ 9.95 per 45.5 Kg. or 1,680 metres.

$$9.95 \times \frac{48}{1,680} = \text{US\$ } 0.285/\text{ton of baled bagasse.}$$

Case I: $.285 \times \frac{27,000}{36,000} = .21$)

Case II: $.285 \times \frac{18,000}{36,000} = .14$) per ton of bagasse consumed

Case III: $.285 \times \frac{9,000}{36,000} = .07$)

5. CALCULATING THE CONVERSION COST

The conversion cost for each of the three cases can now be calculated by adding together

- (a) fuel oil cost
- (b) labour cost
- (c) cost of wire
- (d) depreciation, interest and maintenance for fuel oil equipment
- and (e) depreciation, interest and maintenance for handling equipment

^{a/} See paper 5.5: Preservation, handling and storing of bagasse, by the Celotex Corporation.

/The following

3) EQUIPMENT: The equipment required for all three examples is listed below:

	C a s e I			C a s e II			C a s e III		
	No.	Unit cost US\$	Total US\$	Unit cost US\$	Total US\$	Unit cost US\$	Total US\$		
Balers	3	4,500	13,500	1	4,500	4,500	1	4,500	4,500
Tractors	3	3,950	11,850	2	3,950	7,900	1	3,950	3,950
Carts	24	350	8,400	18	350	6,300	12	350	4,200
Crane	1	7,500	7,500	1	5,750	5,750	1	5,750	5,750
Bale breaker	1	6,500	6,500	1	6,500	6,500	1	6,500	6,500
Conveyor ^{a/}	1	21,000	21,000	1	18,000	18,000	1	15,000	15,000
Elevator ^{b/}	1	11,500	11,500	1	11,500	11,500	1	11,500	11,500
Scales ^{c/}	1	3,750	3,750	1	3,750	3,750	1	3,750	3,750
Feed conveyor ^{d/}	1	3,200	3,200	1	3,200	3,200	1	3,200	3,200
Total f.a.s. New York			87,200			69,150			60,100
Ocean freight, insurance, installation, etc.			<u>17,440</u>			<u>13,830</u>			<u>12,020</u>
			104,640			82,980			72,120
<u>Capital cost</u>									
Depreciation 10 per cent			10,464			8,298			7,212
Spares and maintenance 5 per cent			5,232			4,149			3,606
Interest 4 per cent			<u>4,186</u>			<u>3,319</u>			<u>2,885</u>
			19,882			15,766			13,703
Per ton of bagasse baled		US\$	0.738			0.876			1.45
Per ton of bagasse consumed		US\$	0.552			0.438			0.364

The above results are shown in Graph 2.

Unpiling rates and equipment.

It will have been noticed that the unpiling rates (Non-grinding period) shown in all three cases are the same. This is because the daily requirements of bagasse will always be the same for a 20 ton capacity pulp mill. Consequently the same numbers of units of equipment -as well as the same labour per ton - are required for unpiling and delivering the dry bagasse to the pulp mill, regardless of the actual amount baled. Thus the decrease in capital cost per ton of total bagasse consumed as the grinding season is prolonged, is small; i.e., the less bagasse to be baled, the longer will the same equipment for unpiling remain idle, and the higher the capital cost per ton of bagasse baled.

The only important difference in equipment is in the number of balers required.

a/ To convey bagasse from sugar-mill to balers. b/ To convey bagasse from bale breakers to operating level. c/ For weighing out bagasse to digesters. d/ For feeding bagasse to digesters.

/4) BALING WIRE

Bagasse baling, piling, unpling, breaking and feeding

Labour requirements

	<u>Grinding period</u>			<u>Non-grinding period</u>				
	<u>No. per shift</u> <u>(day-shift) only</u>	<u>Total requir ed</u>	<u>Man-hours/ day</u>	<u>No. (day shift)</u>	<u>per 2</u>	<u>shift 3</u>	<u>Total requir ed</u>	<u>Man-hours/ day</u>
Chief handler	1	1	8	Chief handler	1	-	1	8
Mechanic	1	1	8	Mechanic	1	-	1	8
Baler feeder	1	1	8	Breaker feeder	2	2	6	48
Wire tier	1	1	8	Bale loader	4	-	4	32
Bale loader	1	1	8	Tractor driver	1	-	1	8
Tractor driver	1	1	8	Crane operator	1	-	1	8
Crane operator	1	1	8	Clean-up man	1	1	3	24
Bale pilers	2	<u>2</u>	<u>16</u>				<u>17</u>	<u>136</u>
		9	72					
			during 225 days					during 75 days

Total manhours/year: $\left\{ \begin{array}{l} (72 \times 225 = 16,200) \\ (136 \times 75 = \underline{10,200}) \end{array} \right.$
26,400

Labour = $\frac{26,400}{9,000} = 2.93$ manhours/ton of fresh bagasse to be baled

Labour = $\frac{26,400}{36,000} = 0.73$ manhours/ton of total bagasse consumed

/3) EQUIPMENT:

CASE III. Pulp mill operation: 9 months on fresh bagasse (9 months grinding season) - 3 months on baled bagasse.

Fresh bagasse to be baled - $36,000 \times \frac{3}{12} = 9,000$

Effective grinding (baling) days/month: 25

Baling: i) Rate needed: $\frac{9,000 \text{ tons}}{24 \text{ hr/day} \times 25 \text{ day} \times 9} = 1.67 \text{ tons/hr}$

ii) Number of balers required = $\frac{1.67}{6.8} = .245$ (say 1) baler

(Note - in this case no standby baler is needed, because interruptions in baler operation, if within reason, will not interfere with bagasse procurement in the quantities required.

$$60 \times .245 = 14.7 \text{ bales/hr.}$$

$$\frac{60 \text{ min/hr.}}{14.7 \text{ bale/hr.}} = 4.1 \text{ min/bale}$$

Bale loading and moving:

i) Numbers of tractors and carts required:

$$13 \text{ bales/cartload} \times 4.1 \text{ min/bale} = 53.5 \text{ min/cartload}$$

Tractor load = 3 cartloads (4.5 tons)

$$3 \times 53.5 = 160 \text{ min/tractor load} = 2 \text{ hrs. } 40 \text{ mins.}$$

1 Tractor required. Interruptions in tractor operation, if within reason, can be taken care of by storing bales close to the baling station, or by transporting the loaded carts one at a time by other means. 12 carts will be required.

ii) Crane efficiency need not be calculated. The volume to be handled is so low that operation of the crane throughout one shift will be ample; likewise with men for piling.

/Bagasse baling,

Bagasse baling, piling, unpling, breaking and feeding labour requirements:

	<u>Grinding period</u>				<u>Non-grinding period</u>					
	No. per shift		Total	Man-hours/day	No. per day shift	per shift		Total	Man-hours/day	
	1	2	3			2	3			
Chief handler	1		1	8	Chief handler	1		1	8	
Mechanic	1	1	2	16	Mechanic	1		1	8	
Baler feeder	1	1	2	16	Breaker feeder	2	2	2	6	48
Wire tier	1	1	2	16	Bale loader	4	-	-	4	32
Bale loader	1	1	2	16	Tractor driver	1	-	-	1	8
Tractor driver	2	2	4	32	Crane operator	1	-	-	1	8
Crane operator	1	1	2	16	Bale pilers	1	1	2	16	
Bale pilers	1	1	2	16	Clean-up man	1	1	1	3	24
Clean-up man	1	1	2	16						
			19	152				17	136	
				during					during	
				150 days					150 days	

Total manhours/year - (152 x 150 = 22,800

(136 x 150 = 20,400
43,200

Labour = $\frac{43,200}{18,000} = 2.4$ manhours/ton of fresh bagasse to be baled

Labour = $\frac{43,200}{36,000} = 1.2$ manhours/ton of total bagasse consumed

/CASE III.

Labour: $\frac{58,200}{27,000}$: 2.16 manhours/ton of fresh bagasse to be baled

Labour: $\frac{58,200}{36,000}$: 1.62 manhours/ton of total bagasse consumed

CASE II. Pulp mill operation: 6 months on fresh bagasse (6 months grinding season) - 6 months on baled bagasse.

Fresh bagasse to be baled: $36,000 \times \frac{6}{12}$: 18,000 tons

Effective grinding (baling) days/month: 25

Baling: i) Rate needed: $\frac{18,000}{24 \text{ hr./day} \times 25 \text{ days} \times 6}$: 5 tons/hr.

ii) Number of balers required: $\frac{5 \text{ tons/hr.}}{6.8}$: 0.733 (say 1) baler

60 balers/baler/hr. x .733: 44 bales/hr.

$\frac{60 \text{ min/hr.}}{44 \text{ bales/hr.}}$: 1.36 min/bale

Bale loading and moving:

i) Cart size: capacity: 1.1/2 tons: 1,500 Kg.

ii) Number of tractors and carts required:

Assume: 1 cart baler, 13 bales/cartload

13 bales/cartload x 1.36: 17.5 min. to load cart

Tractor load: 3 cartloads (4.5 tons)

3 x 17.5: 52 min/tractor load: 1.15 tractor loads/hr.

1.15 x 24 hr/day: 28 tractor loads/day

$\frac{28 \text{ tractor loads/day}}{2 \text{ tractor loads/hr.} \times 24 \text{ hr./day}}$: 0.58 (say 1) tractor

Tractor efficiency likely to be low, so 2 tractors would probably be used to move bales from baler to bale storage

Carts required: assume 3 carts/cart unit

2 cart units with tractors

2 " " at baling station

1 " unit " storage

1 " " as standby

6 cart units

6 x 3: 18 carts required

iii) Piling rate: 44 bales/hr.

Crane efficiency: $\frac{44}{240} \times 100$: 16.7 per cent (24 hr.day)

/Bagasse baling

iv) Crane lift: 12 bales/lift

Assume 1 lift per 3 mins. or 20 lifts per hour

20 lifts/hr. x 12 bales/lift: 240 bales/hr.

Piling rate, bale rate: 132 bales/hr.

Crane efficiency: $\frac{132}{240} \times 100$: 53 per cent (24 hr.-day)

Bagasse baling, piling, unpling, breaking and feeding

Labour requirements:

	Grinding period					Non-grinding period				
	N°. per shift			Total required	Man-hrs./day	N°. per shift			Total required	Man-hrs./day
1	2	3	day shift			2	3			
Chief handler	1			1	8	1			1	8
Mechanic	1	1	1	3	24	1			1	8
Baler feeder	1	1	1	3	24	Breaker feeder 2	2	2	6	48
Wire tier	3	3	3	9	72	-	-	-	-	-
Bale loader	3	3	3	9	72	4	-	-	4	32
Tractor driver	3	3	3	9	72	1	-	-	1	8
Crane operator	1	1	1	3	24	1	-	-	1	8
Bale piler	2	2	2	6	48	-	-	-	-	-
Clean-up man	1	1	1	<u>3</u>	<u>24</u>	1	1	1	<u>3</u>	<u>24</u>
				46	368 a/				17	136 b/

a/ During 75 days.

b/ During 225 days.

Total manhours/year: { 368 x 75 : 27,600
{ 136 x 225 : 30,600
{ 58,200

/Labour:

CASE I. Pulp mill operation: 3 months on fresh bagasse (3 months grinding season) - 9 months on baled bagasse

Fresh bagasse to be baled: $36,000 \times \frac{9}{12}$: 27,000 tons.

Effective grinding (baling) days/month: 25

Baling: i) Rate needed: $\frac{27,000 \text{ tons}}{24 \text{ hr. day} \times 25 \text{ days} \times 3}$: 15 tons/hr.

ii) Number of balers required: $\frac{15 \text{ tons/hr.}}{6.8}$: 2.2 (say 3) balers

60 bales/baler/hr. x 2.2: 132 bales/hr.

Bale loading and moving:

i) Cart size: capacity: 1.1/2 tons: 1,500 Kg.

$\frac{1,500 \text{ Kg/cart}}{113 \text{ Kg/bale}}$: 13 bales/cart

ii) Tractor capacity: assume tractor can move a maximum of three carts

iii) Number of carts and tractors required: assume 1 cart/baler

13 bales/cartload: 13 bales x 1 min/bale: 13 min. to load cart

$\frac{13 \text{ min/cartload}}{2.2 \text{ balers}}$: 6 min/cartload/baler (approx.)

Tractor load: 3 cartloads (4.5 tons)

3 x 6 : 18 (say 20) min/tractor load
3 tractor loads/hr.

3 x 24: 72 tractor loads/day

72 tractor loads/day:

2 tractor loads/hr. x 24 hr./day 1.5 (say 2) tractors required.

Tractor efficiency likely to be low, so a minimum of 3 tractors would probably be used to move bales from baler to bale storage

Carts required: assume 3 carts/cart unit

3 cart units with tractors

2 " " at baling station

2 " " at storage

1 " unit as standby

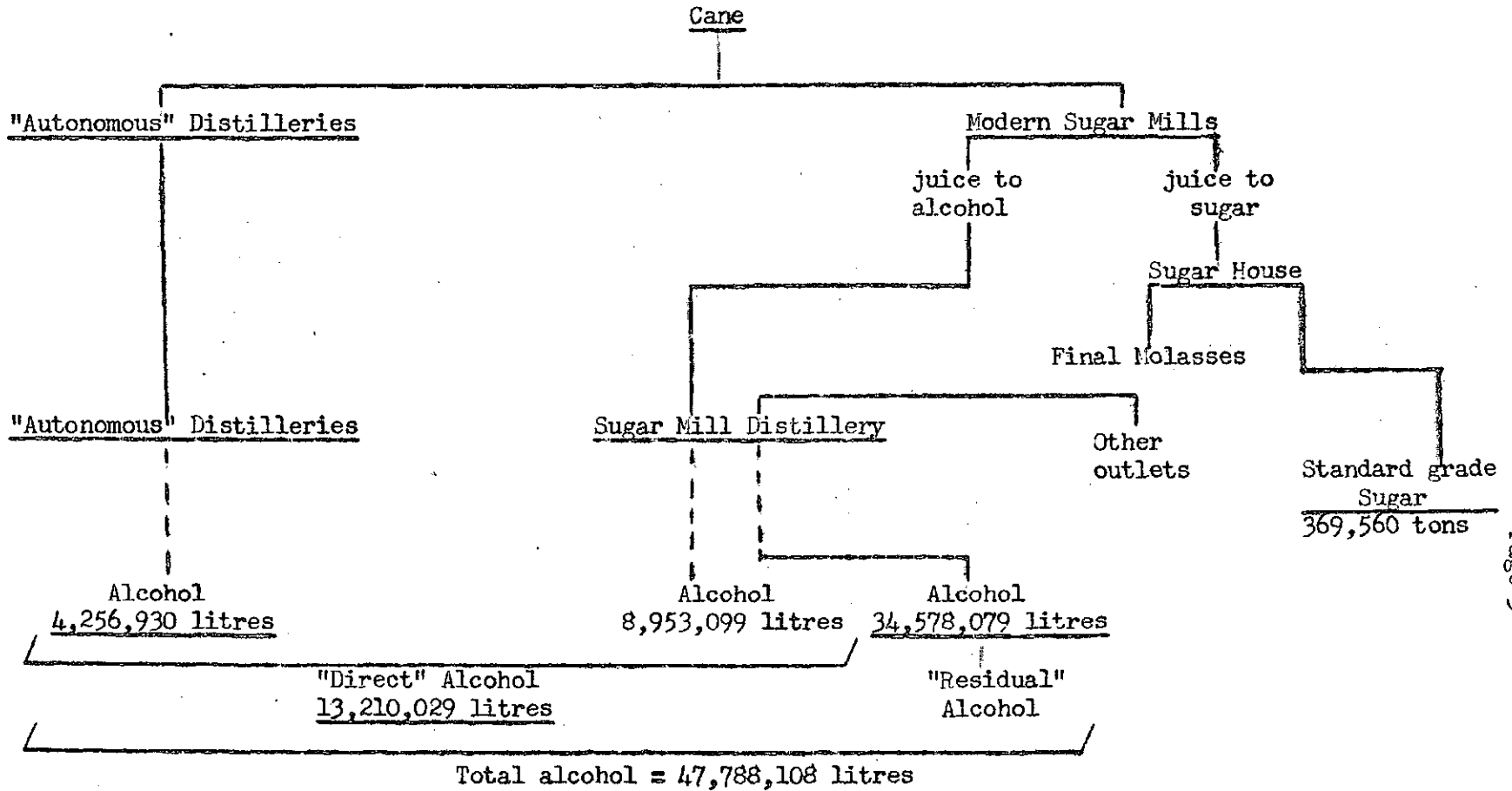
8 cart units

8 x 3: 24 carts required

/iv) crane lift:

Table II

Cane distribution to sugar and alcohol production ^{a/}
Brazil (State of Sao Paulo)



a/ Average figures for three sugar crops,
 1948/49, 1949/50, 1950/51.

Using the yields of sugar and direct alcohol per ton of cane given above, the amounts of cane ground (average for the three years mentioned) are as follows :

	<u>Brazil (entire country)</u> (Tons cane ground)	<u>State of São Paulo</u> (Tons cane ground)
For sugar (<u>tons sugar</u>) .105	13,150,000	3,520,000
For "direct" alcohol production at sugar mills (<u>litres alcohol</u>) 74.5	297,000	120,000
For "direct" alcohol production at "central" distilleries (<u>litres alcohol</u>) 74.5	59,200	-
For "direct" alcohol production at "autonomous" distilleries (<u>litres alcohol</u>) 74.5	57,200	57,200
	413,400	177,200
	<u>413,400</u>	<u>177,200</u>
<u>Total cane ground</u>	13,563,400	3,697,200

Or, expressed as a percentage of total cane ground :

	<u>Brazil (entire country)</u>	<u>State of São Paulo</u>
Cane ground for sugar	97.0	95.2
For "direct" alcohol		
at sugar mills	2.19	3.25
at "central" distilleries	.44	
at "autonomous" distilleries	.42	1.55
	3.05	4.80
	<u>3.0</u>	<u>4.8</u>
<u>Total cane ground</u>	100.0	100.0

Thus, during the period considered, only 3 to 5 per cent of the total cane was ground for the production of "direct" alcohol.

The overall yield of sugar from cane ground for all purposes during these three crop years amounted to 10.3 per cent for the country as a whole and 10 per cent in São Paulo.

2. Recent trend of alcohol production in the State of São Paulo

The following table shows the ratio of total alcohol (residual plus direct) to sugar produced in the State of São Paulo in recent years.

Sources : for 1948/49, Moacis Soares Pereira, soc.cit.; for others, "Associação de Usineiros de São Paulo", Circular No. 110/547.

No recent data are available for Brazil as a whole.

Table 3
Trend of alcohol production in the State of São Paulo

Crop year	(a)	(b)	(c)
	Total alcohol produced million litres	Sugar produced million tons	Ratio, litres alcohol/ton sugar $\frac{a}{b}$
1948/49	48.9	.348	141
1949/50	42.6	.357	119
1950/51	50.8	.404	126
1951/52	63.4	.486	131
1952/53	82.5	.565	146
1953/54	121.9	.702	174

Figures for the last crop year (1953/54) are available. Assuming the same yield of residual alcohol per ton of sugar ($\frac{34,578,079}{369,560} = 93.5$ litres) as for the three crop years already discussed, we get :

- i) $\frac{702,000 \text{ tons sugar}}{.105} = 6,680,000$ tons sugar cane ground for sugar production.
- ii) $702,000 \text{ tons sugar} \times 93.5 \text{ litres res. alc/ton sugar} = 65,600,000$ litres residual alcohol produced.
- iii) less 121,900,000 litres total alcohol
65,600,000 litres residual alcohol
gives 56,300,000 litres direct alcohol produced.
- iv) At a yield of 74.5 litres direct alcohol/ton of cane, the amount of cane ground for direct alcohol is

$$\frac{56,300,000 \text{ litres direct alcohol}}{74.5 \text{ litres/ton of cane}} = 756,000 \text{ tons}$$

	tons	Per cent
v) Cane to sugar	6,680,000	89.8
Cane to direct alcohol	<u>756,000</u>	<u>10.2</u>
<u>Total cane ground</u>	<u>7,436,000</u>	<u>100.0</u>

/Thus for

Thus for the State of São Paulo, in the best crop year, 10.2 per cent of the total cane ground went into direct alcohol production as compared with 4.8 per cent on average in the three crop years 1948/51, while the overall yield of sugar, as a percentage of total cane ground for all purposes, was 9.45 per cent as compared with 10.0 per cent for the earlier period.

3. Steam requirements and bagasse consumption

R. Norris Shreve, in "The Chemical Process Industries"^{1/}, gives the following steam requirements data for sugar refining and for the production of alcohol from final molasses (residual alcohol):

"From raw sugar to refined sugar :
 Process steam } 175 lb./100 lb. of refined sugar
 Power steam } = 175 kg./100 kg. of refined sugar.

"Yield of refined sugar based on raw sugar of 96° is 93-94 per cent (average 93.5 per cent).

"From final molasses to alcohol :

 Steam : 50 lbs. per U.S. gallon of 190° proof alcohol =
 6.0 kg./litre of 190° proof alcohol".

Mariller, however, gives a steam requirement of 5.0 kg. steam/litre of alcohol. In the following calculations, an average of these two values (5.5 kg. steam/litre alcohol) is used.

Sugar production for the State of São Paulo in 1953/54 was as follows :

		<u>tons</u>	<u>Per cent</u>
Raw sugar	=	606,918	86.5
Refined sugar	=	<u>94,708</u>	<u>13.5</u>
<u>Total</u>		<u>701,626</u>	<u>100.0</u>

In the following pages, calculations are made to show the surplus or deficit of bagasse which may arise from the five different types of mill operations mentioned.

^{1/} McGraw Hill, New York, 1945.

Case I Mill producing raw sugar and "residual" alcohol from its final molasses (the latter in the proportion of 93.3 litres per ton of sugar produced)

- i) Steam for sugar production : assume 600 kg/ton of cane ground
(i.e. relatively unimproved sugar mill)
at a yield of 10.5 per cent sugar on ground cane this means
105 kg sugar/ton of cane ground, or .105 tons.
- ii) Alcohol : $93.3 \times .105 = 9.8$ litres/ton of cane ground.
Using the mean figure of steam consumption for alcohol production
 9.8 litres alcohol $\times 5.5$ kg. steam/litre = 53.9 kg. of steam
for alcohol production.
- iii) Steam for raw sugar production = 600.0 kg/ton of cane
" " alcohol production = 53.9 kg/ton of cane
Total 653.9 (Say 654)
- iv) With cane at 13 per cent total fibre (including pith) and bagasse
at 4.4 per cent sugar and 50 per cent moisture content, this
means, per ton of cane :

	<u>Kg.</u>	<u>Per cent</u>
Fibre	130.0	45.6
Sugar	12.5	4.4
Water	<u>142.5</u>	<u>50.0</u>
<u>Total</u>	<u>285.0</u>	<u>100.0</u>

- v) Evaporation (steam generated) = $\frac{1,335 \text{ Kcal/kg. bagasse}}{555 \text{ Kcal/kg. steam}} =$
 2.4 kg. steam/kg. bagasse (50 per cent moist)
- Total steam from bagasse = $285 \times 2.4 = \underline{684}$ kg/ton of cane ground.
- vi) The surplus is therefore :
- $684 - 654 = 30$ kg. steam surplus/ton cane ground
- $\frac{30 \text{ kg. steam surplus/ton cane}}{2.4 \text{ kg. steam/kg bagasse}} = 12.5$ kg. bagasse surplus/ton cane ground
- $\frac{12.5 \text{ kg. bagasse surplus}}{285 \text{ kg. bagasse produced}} \times 100 = \underline{\underline{4.4 \text{ per cent Surplus of bagasse } \frac{1}{1}}}$

1/ A₂ percentage of total bagasse produced.

/Case II

Case II Mill producing "direct" alcohol from ground cane juice, but manufacturing no sugar

- i) Production = 74.5 litres alcohol/ton of cane ground.
- ii) Steam required 74.5 litres/ton cane x 5.5 kg. steam/litre = 410 kg/ton cane.
- iii) Bagasse production, composition and steam evaporation equivalent as in Case I, i.e. : 684 kg of steam/ton of cane ground.
- iv) The surplus is therefore :

$$\begin{aligned}
 & 684 - 410 & = & 274 \text{ kg steam surplus/ton cane ground} \\
 & \frac{274 \text{ kg. steam surplus/ton cane}}{2.4 \text{ kg. steam/kg bagasse}} & = & 114 \text{ kg bagasse surplus/ton cane ground} \\
 & \frac{114 \text{ kg. bagasse surplus}}{285 \text{ kg. bagasse produced}} \times 100 & = & \frac{40.0 \text{ per cent Surplus of Bagasse}}{1/}
 \end{aligned}$$

Case III Mill producing only raw sugar

- i) Steam for sugar production : as in Case I.
- ii) Bagasse production, composition and steam evaporation equivalent : as in Case I.
- iii) The surplus is therefore :

$$\begin{aligned}
 & 684 - 600 & = & 84 \text{ kg. steam surplus/ton cane ground} \\
 & \frac{84 \text{ kg. steam}}{2.4 \text{ kg. steam/kg. bagasse}} & = & 35 \text{ kg. bagasse surplus/ton cane ground} \\
 & \frac{35 \text{ kg. bagasse surplus}}{285 \text{ kg. bagasse produced}} \times 100 & = & \frac{12.3 \text{ per cent Surplus of Bagasse}}{1/}
 \end{aligned}$$

Case IV Mill producing raw sugar and refining one half of its output

- i) Steam for raw sugar production : as in Case I
- ii) Yield of raw sugar per ton of cane ground : as in Case I.
Using Shreve's figure of 93.5 per cent for yield of refined sugar from raw sugar, and remembering that only half of raw sugar produced is refined, this gives :

$$\frac{105}{2} \times .935 = 49.1 \text{ kg. of refined sugar produced.}$$

With Shreve's figure of 175 kg. of steam per 100 kg. of refined sugar:

$$175 \times \frac{49.1}{100} = 86 \text{ kg. of steam for refining.}$$

1/ As percentage of total bagasse produced.

/iii) Total steam

iii) Total steam required :

600 kg. for producing raw sugar
86 kg. for refining half of raw sugar produced
 686 kg.

iv) Bagasse production, composition and steam evaporation equivalent : as in Case I.

v) Calculation of surplus (or deficit)

684 - 686 = 2 kg. steam deficit/ton cane ground
 $\frac{2 \text{ kg. steam deficit}}{2.4 \text{ kg. steam/kg. bagasse}} = 0.83 \text{ kg. bagasse deficit/ton cane ground}$
 $\frac{0.83 \text{ kg. bagasse deficit}}{285 \text{ kg. bagasse produced}} \times 100 = \frac{0.3 \text{ per cent Deficit of Bagasse } \underline{1/}}$

Case V Mill producing raw sugar and refining all its output

i) Steam for raw sugar production : as in Case I.

ii) Yield of raw sugar per ton of cane ground : as in Case I.

105 x .935 = 98.2 kg. refined sugar produced

175 x $\frac{98.2}{100}$ = 172 kg. of steam for refining.

iii) Total steam required :

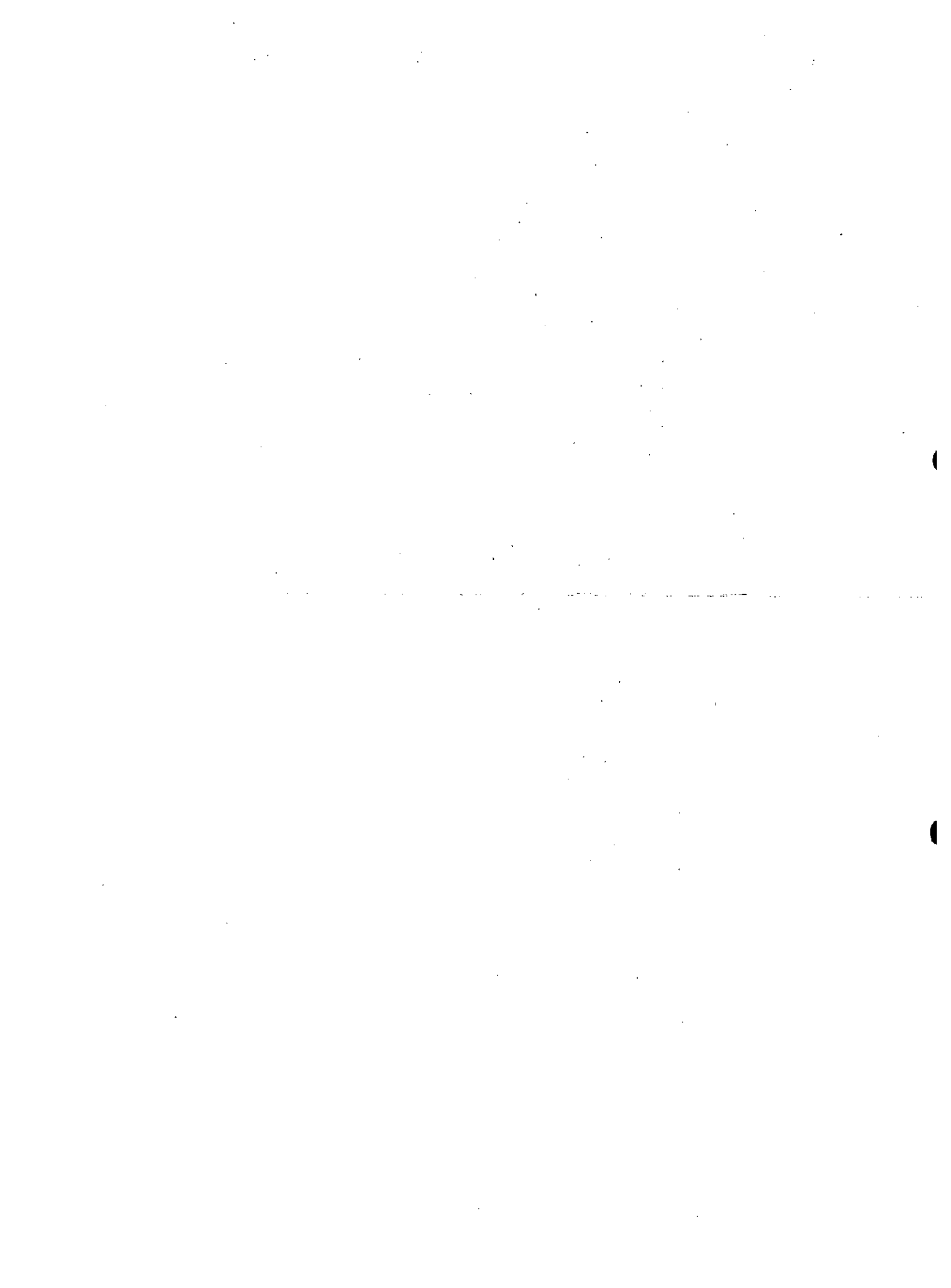
600 kg. for raw sugar production
172 kg. for refining
 772 kg.

iv) Bagasse production, composition and steam evaporation equivalent : as in Case I.

v) Calculation of surplus (or deficit)

684 - 772 = 88 kg. steam deficit/ton cane ground
 $\frac{88 \text{ kg. steam deficit}}{2.4 \text{ kg. steam/kg. bagasse}} = 36.6 \text{ kg. bagasse deficit/ton cane ground}$
 $\frac{36.6 \text{ kg. bagasse deficit}}{285 \text{ kg. bagasse produced}} \times 100 = \frac{12.9 \text{ per cent Deficit of Bagasse } \underline{1/}}$

1/ As percentage of total bagasse produced.

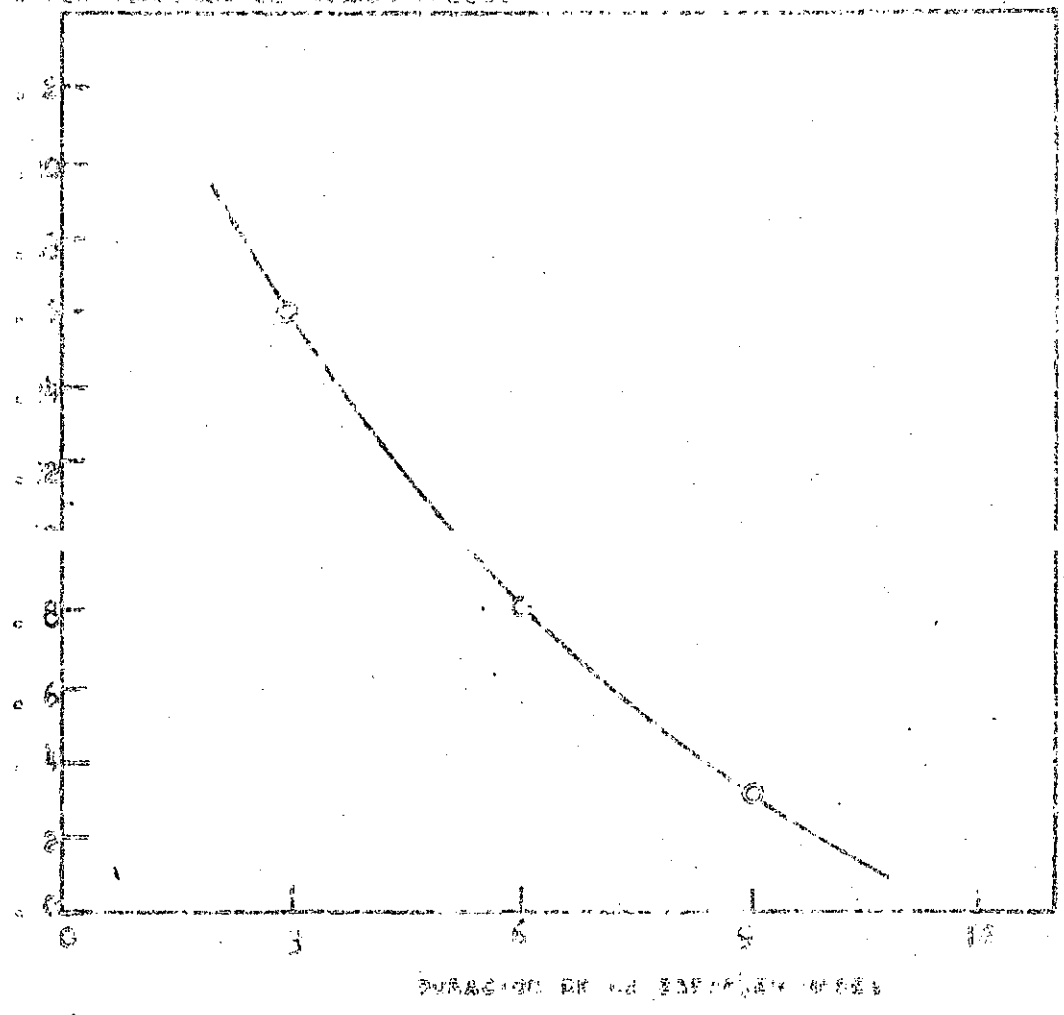


1973, 1974, 1975

GRÁFICO 1

SECCIÓN ENRI, LA DURACION DE LA ZAFRA Y EL COSTO DE TRAVAJOS NECESARIOS PARA LA AGRI-CULTURA DE LAS CALENAS PARA QUE QUEPAN SECTORES

1. COSTO DE TRAVAJOS NECESARIOS
2. MODIFICACION DE LAS CALIDADES
3. POR TONELADA DE MABAZO FRESCO



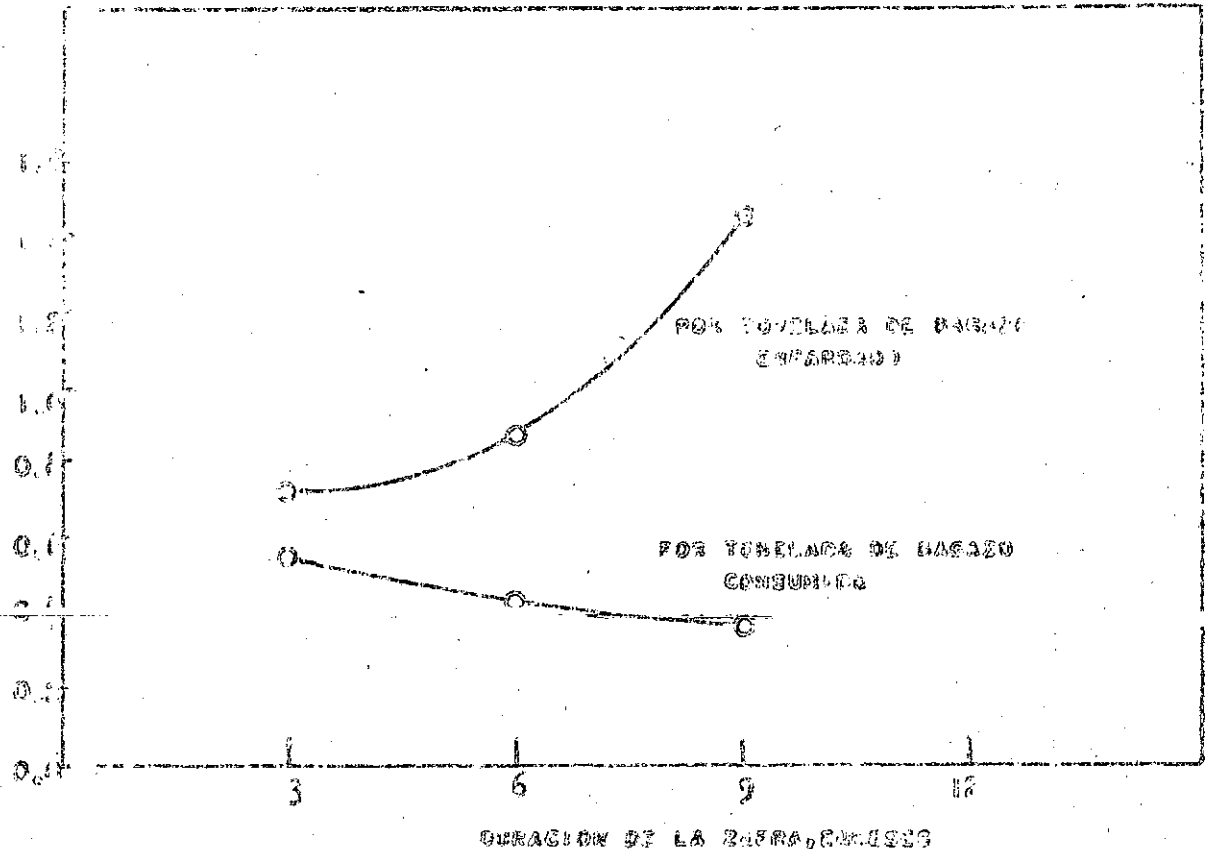
1. CON DURACION SUFICIENTE PARA LOGRAR LA CANTIDAD DE MABAZO NECESARIA PARA ABASTECER A UNA FABRICA DE MABAZO EN 20 TONELADAS



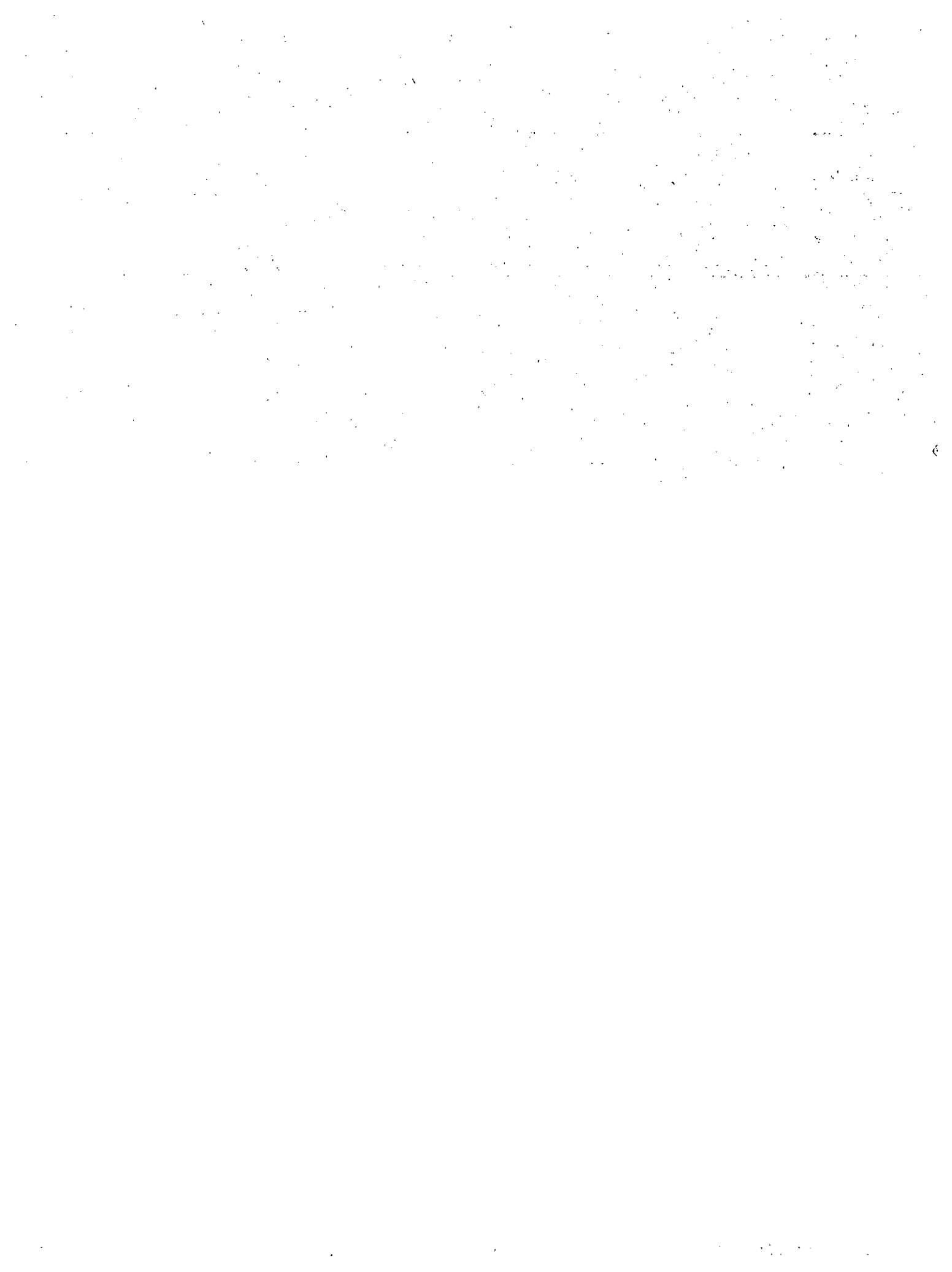
GRAFICO 2

RELACION ENTRE LA DURACION DE LA ZAFRA Y EL COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE AL EQUIPO 1/

COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE AL EQUIPO PARA MANIPULAR EL BAGAZO US\$ POR TONELADA DE BAGAZO



1/ FABRICA DE CELULOSA DE 20 TONELADAS DIARIAS DE CAPACIDAD



APPENDIX VIII

COST OF CONVERSION TO ALTERNATIVE FUEL

(50 ton daily capacity pulp mill)

I. BOILER CONVERSION COSTS

For a sugar-mill with a grinding season of six months (Case II), the cost of adapting the boilers burning bagasse to operation on fuel oil (2 boilers converted) may be estimated as follows:

	U.S.\$
6 burners and steel windboxes	12,000
Blowers	4,000
Oil pumping and heating set	9,000
Oil storage tank	7,500
Boiler modifications	10,000
Oil supply pump	3,500
Piping	<u>3,000</u>
Total cost (equipment f.a.s. New York)	49,000
(ocean freight, insurance, installation, etc.)	<u>9,000</u>
<u>Total cost of installed equipment</u>	<u>58,000</u>

Corresponding estimates for sugar-mills with grinding seasons of three months (Case I) and nine months (Case III) are 84 and 42 thousand U.S. dollars respectively.

Depreciation, interest, spares and maintenance are estimates as follows:

	<u>Case I</u> (grinding season 3 months)	<u>Case II</u> (grinding season 6 months)	<u>Case III</u> (grinding season 9 months)
Depreciation (10 per cent)	8,400	5,800	4,200
Supplies and maintenance (5 per cent)	4,200	2,900	2,100
Interest (4 per cent)	<u>3,360</u>	<u>2,320</u>	<u>1,680</u>
U.S. dollars	15,960	11,020	7,980

/For a

For a sugar-mill which produces the 90,000 tons of fresh bagasse required by a 50-ton pulp plant, the capital costs of boiler conversion are respectively:

$$\text{Case I} \quad \frac{15,960}{90,000} = 0.18 \text{ dollars/ton fresh bagasse}$$

$$\text{Case II} \quad \frac{11,020}{90,000} = -0.12 \text{ dollars/ton fresh bagasse}$$

$$\text{Case III} \quad \frac{7,980}{90,000} = 0.09 \text{ dollars/ton fresh bagasse}$$

These results are shown in Graph 1.

2. HANDLING AND BALING COSTS

Bale size, volume, weight and maximum baling rate - as well as the effective number of grinding (baling) days per month - have been taken as being similar to those indicated in the previous Appendix (VII).

CASE I. Pulp mill operation: 3 months on fresh bagasse (3 months grinding season) - 9 months on baled bagasse.

$$\text{Fresh bagasse to be baled} = 90,000 \times \frac{9}{12} = 67,500 \text{ tons.}$$

/Baling:

Baling:

i) Rate needed = $\frac{67,500 \text{ tons}}{24\text{hr/day} \times 25 \text{ days} \times 3} = 37.5 \text{ tons/hr.}$

ii) Number of balers required = $\frac{37.5 \text{ tons/hr}}{6.8} = 5.5$ (say 6 balers)

$60 \text{ bales/baler/hr} \times 5.5 = 330 \text{ bales/hr.}$

Bale loading and moving:

- i) Cart size, carts per tractor same as for 20-ton mill
ii) Number of carts and tractors required:

At 60 bales/hr. it takes 13 minutes to load a cart

$\frac{13 \text{ min./cart load}}{5.5 \text{ balers}} = 2.36 \text{ min./cart load/baler}$

$3 \text{ cartloads} \times 2.36 \text{ min./cart load/baler} = 7 \text{ min./tractor load} = 8.6 \text{ tractor loads/hr.}$

$8.6 \times 24 = 207 \text{ tractor loads/day}$

$\frac{207 \text{ tractor loads/day}}{2 \text{ tractor loads/hr./}24 \text{ hr.day}} = 4.3$ (say 5) tractors required.

Carts required: assume 3 carts/cart unit

5 cart units with tractors

3 " " at baling

3 " " at storage

2 " " as standby

13 cart units

$13 \times 3 = 39$ carts required (say 40)

Bale piling:

Crane lift = 12 bales/lift: assume 1 lift every 3 min., or 20 lifts/hr.

20 lifts/hr. x 12 bales/lift = 240 bales/hr.

Piling rate (baling rate) = 330 bales/hr.

$\frac{330}{240} = 1.4$ (say 2) cranes required.

/Bagasse baling

Bagasse baling and piling

Labour requirements

	Grinding period			Total required	Man/hrs./ day
	No.	per	shift		
	1	2	3		
Chief handler	1			1	8
Mechanic	1	1	1	3	24
Baler feeder	1	1	1	3	24
Wire tier	6	6	6	18	144
Bale loader	6	6	6	18	144
Tractor driver	5	5	5	15	120
Crane operator	2	2	2	6	48
Bale pilers	4	4	4	12	96
Clean-up man	1	1	1	3	24
				79	632
					during 75 days

Bale unpiling:

$$\text{Unpiling rate} = \frac{37,500 \text{ tons}^a}{25 \text{ day} \times 9} = 167 \text{ tons/day}$$

Assume unpiling done during two shifts per day, or 16 hours/day in which time enough excess bales are accumulated to supply the third shift.

$$\text{Unpiling rate} = \frac{167 \text{ tons/day}}{16 \text{ hrs./day}} = 10 \text{ tons/hr. (approximately)}$$

i) Cranes required

At say 16 bales per ton $10 \text{ tons/hr.} \times 16 \text{ bales/ton} = 160 \text{ bales/hr}$
(unpiling rate)

$$\text{At } 240 \text{ bales/crane/hr. } \frac{160}{240} = .67 \text{ (say 1) crane required (during 2 shifts)}$$

ii) Tractors required

$$\text{At } 160 \text{ bales/hr. } \frac{60 \text{ min./hr.}}{160 \text{ bales/hr.}} = 0.38 \text{ min./bale}$$

a/ Air-dry material (10 per cent moisture content)

/At 13 bales

At 13 bales/cart and 3 carts/tractor load

$13 \times 3 \times .38 = 14.6$ min./tractor load = 4.2 tractor loads/hr.

At a tractor operating rate of 2 loads/hr.

$\frac{4.2}{2} = 2.1$ (say 3) tractors required (during 2 shifts)

iii) Carts required Assume 3 carts/cart unit

3 carts units with tractors
 2 " " at storage site
 2 " " at delivery to pulp-mill
1 " " as standby
 8 cart units

$8 \times 3 = 24$ carts required (this number is smaller than that of carts needed for piling: therefore, equipment needs are fully met with the larger number of carts, i.e. 39)

Note: Unpiling rates are the same regardless of length of sugar-mill grinding season, because the daily requirements of bagasse for the mill are the same. Therefore, equipment needs for unpiling are the same in all three cases.

Bagasse unpiling and delivery to pulp mill

- Labour requirements - a/

	<u>Non-grinding period</u>			<u>Total required</u>	<u>Man.hrs./ day</u>
	<u>No. per shift</u>				
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>		
Chief handler	1			1	8
Mechanic	1	1		2	16
Crane operator	1	1		2	16
Tractor driver	3	3		6	48
Bale loader	4	4		8	64
Breaker feeder	3	3	3	9	72
Clean-up man	1	1	1	<u>3</u>	<u>24</u>
				31	248
					during 225 days

a/ Labour requirements for delivery to the pulp mill, as for unpiling, will be the same in all cases, for the same reasons.

/Total labour

Total labour requirements per year in man hours (for baling and piling followed by unpling and delivery to pulp mill)

$$\begin{array}{r} \text{Total manhours/year} \quad \left(\begin{array}{l} 632 \times 75 = 47,400 \\ 248 \times 225 = 55,800 \\ \hline 103,200 \end{array} \right. \end{array}$$

$$\text{Labour} = \frac{103,200}{67,500} = 1.53 \text{ manhours/ton of fresh bagasse to be baled.}$$

$$\text{Labour} = \frac{103,200}{90,000} = 1.15 \text{ manhours/ton of total bagasse consumed.}$$

CASE II: Pulp-mill operation: 6 months on fresh bagasse (6 months grinding season)

- 6 months on baled bagasse

$$\text{Fresh bagasse to be baled} = 90,000 \times \frac{6}{12} = 45,000 \text{ tons}$$

Baling:

$$\text{i) Rate needed} = \frac{45,000 \text{ tons}}{24 \text{ hr./day} \times 25 \text{ day} \times 6} = 12.5 \text{ tons/hr.}$$

ii) Balers required

$$\frac{12.5}{6.8} = 1.84 \text{ (say 2) balers}$$

$$\text{Baling rate} = 60 \times 1.84 = 110 \text{ bales/hr.}$$

Bale loading and moving:

i) Cart size, carts per tractor, same as in Case I

ii) Number of carts and tractors required: at 60 bales/hr. it takes 13 min. to load a cart $\frac{13 \text{ min./cart load}}{1.84 \text{ balers}} = 7.1 \text{ min./cart load/baler}$

$$\text{Tractor load} = 3 \text{ cart loads (4.5 tons)}$$

$$3 \text{ cartloads} \times 7.1 \text{ min./cartload} = 21.3 \text{ min./tractors load} = 2.81 \text{ tractor loads/hr.}$$

$$2.81 \times 24 = 68 \text{ tractor loads/day}$$

$$\frac{68 \text{ tractor loads/day}}{2 \text{ tractor loads/hr.} \times 24 \text{ hr.}} = 1.4 \text{ (say 2) tractors required}$$

/assume 3 carts

Carts required: assume 3 carts/cart unit
 2 cart units with tractors
 2 " " at baling station
 2 " " at storage
1 " " as standby
 7 cart units
 7 x 3 = 21 carts required.

Tractors and carts required in this case for bale loading and moving are fewer than the numbers of each required for the constant unpiling rate, as calculated in Case I. Therefore the number of tractors and carts altogether required, correspond to those calculated for the unpiling rate, Case I (3 tractors and 24 carts). The same will hold good for Case III below.

Bale piling:

Crane lift rate = bales/hr.

Piling rate (baling rate) = 110 bales/hr.

$\frac{110}{240} = .46$ (say 1) crane required.

Bagasse baling, piling and unpiling

- Labour requirements -

Position	Grinding period			Man- Total requir ed	hrs/ day	Non-grinding period			Man- Total requir ed	hrs/ day	
	No. per shift	1	2			3	No. per shift	1			2
Chief handler	1			1	8	Chief handler	1			1	8
Mechanic	1	1	1	3	24	Mechanic	1	1		2	16
Baler feeder	1	1	1	3	24	Crane operator	1	1		2	16
Wire tier	2	2	2	6	48	Tractor driver	3	3		6	48
Bale loader	2	2	2	6	48	Bale loader	4	4		8	64
Tractor driver	2	2	2	6	48	Breaker feeder	3	3	3	9	72
Crane operator	1	1	1	3	24	Clean-up man	1	1	1	3	24
Bale pilers	2	2	2	6	48					31	248
Clean-up man	1	1	1	3	24						during
				37	296						150 days

/Total manhours

Total manhours/year (296 x 150 = 44,440)
 (248 x 150 = 39,200)
 83,600

Labour = $\frac{83,600}{35,000} = 1.86$ manhours/ton of fresh bagasse to be baled.

Labour = $\frac{83,600}{90,000} = .93$ manhours/ton of total bagasse consumed.

CASE III: Pulp mill operation: 9 months on fresh bagasse (9 months grinding season)- 3 months on baled bagasse.

Fresh bagasse to be baled $90,000 \times \frac{3}{12} = 22,500$ tons

Baling:

i) Rate needed $\frac{22,500 \text{ tons}}{24 \text{ hr/day} \times 25 \text{ days} \times 9} = 4.17$ tons/hr.

ii) Number of balers required $\frac{4.17}{6.8} = .61$ (say 1 baler)

60 bales/baler/hr. = 36.6 bales/hr.

Bale loading and moving:

- i) The three tractors and the 24 carts required for the necessary unpling rate of 170 bales/hr are more than enough.
- ii) The same applies in the case of the crane.

Bagasse baling, piling and unpling
 - Labour requirements -

	<u>Grinding period</u>				Man- Total hrs/ requir day ed	<u>Non-grinding period</u>				Man- Total hrs/ requir-day ed	
	<u>No. per shift</u>					<u>No. per shift</u>					
	1	2	3			1	2	3			
Chief handler	1			1	8	Chief handler	1			1	8
Mechanic	1	1	1	3	24	Mechanic	1	1		2	16
Baler feeder	1	1	1	3	24	Crane operator	1	1		2	16
Wire tier	1	1	1	3	24	Tractor driver	3	3		6	48
Bale loader	1	1	1	6	48	Bale loader	4	4		8	64
Tractor driver	1	1	1	3	24	Breaker feeder	3	3	3	9	72
Crane operator	1	1	1	3	24	Clean-up man	1	1	1	3	24
Bale pilers	1	1	1	3	24					31	248
				<u>3</u>	<u>24</u>						
				25	200						during
											75 days
					during						
					225 days						/Total manhours

$$\begin{array}{l} \text{Total manhours/year} \quad \left(\begin{array}{l} 200 \times 225 = 45,000 \\ 248 \times 75 = \underline{18,600} \\ \hline 63,600 \end{array} \right. \end{array}$$

$$\text{Labour} = \frac{63,600}{22,500} = 2.82 \text{ manhours/ton of fresh bagasse to be baled}$$

$$\text{Labour} = \frac{63,600}{90,000} = .71 \text{ manhours/ton of total bagasse consumed.}$$

3. EQUIPMENT

	Case I			Case II			Case III		
	No.	Unit cost US\$	Total US\$	No.	Unit cost US\$	Total US\$	No.	Unit cost US\$	Total US\$
Balers	6	4,500	27,000	2	4,500	9,000	1	4,500	4,500
Tractors	5	3,950	19,750	3	3,950	11,850	3	3,950	11,850
Carts	40	350	14,000	24	350	8,400	24	350	8,400
Cranes	2	7,500	15,000	1	7,500	7,500	1	7,500	7,500
Bale breaker	2	6,500	13,000	2	6,500	13,000	2	6,500	13,000
Conveyor ^{a/}	1	28,000	28,000	1	24,000	24,000	1	20,000	20,000
Elevator ^{b/}	1	15,000	15,000	1	15,000	15,000	1	15,000	15,000
Scales ^{c/}	1	7,500	7,500	1	7,500	7,500	1	7,500	7,500
Feed conveyor ^{d/}	1	5,000	<u>5,000</u>	1	5,000	<u>5,000</u>	1	5,000	<u>5,000</u>
Total (f.a.s.) New York			\$ 144,250			\$ 101,250			\$ 92,750
(Ocean freight, inst. insurance)			<u>38,062</u>			<u>25,312</u>			<u>23,187</u>
			\$ 182,312			\$ 126,562			\$ 115,937
<u>Capital cost</u>				<u>Case I</u>		<u>Case II</u>			<u>Case III</u>
Depreciation (10 per cent)				18,231		12,656			11,594
Spares and maintenance (5 per cent)				9,116		6,328			5,797
Interest (4 per cent)				<u>7,292</u>		<u>5,062</u>			<u>4,637</u>
Total				<u>34,639</u>		<u>24,046</u>			<u>22,028</u>
Per ton of bagasse baled				US\$ 0.513		0.534			0.98
Per ton of bagasse consumed				0.385		0.267			0.245

^{a/} To convey bagasse from sugar-mill to balers.

^{b/} To elevate bagasse from bale breakers to operating level.

^{c/} For weighing out bagasse to digesters.

^{d/} For feeding bagasse to digesters.

/ The above.

The above results are shown in Graph 2.

4. BALING WIRE

Calculation of baling wire is the same as for the 20-ton pulp mill.

Baling wire cost = US\$ 0.285/ton of bagasse baled.

Case I	.285 x	$\frac{67,600}{90,000}$	= 21	}	U.S. cents per ton of bagasse consumed.
Case II	.285 x	$\frac{45,000}{90,000}$	= 14	}	
Case III	.285 x	$\frac{22,500}{90,000}$	= 07	}	

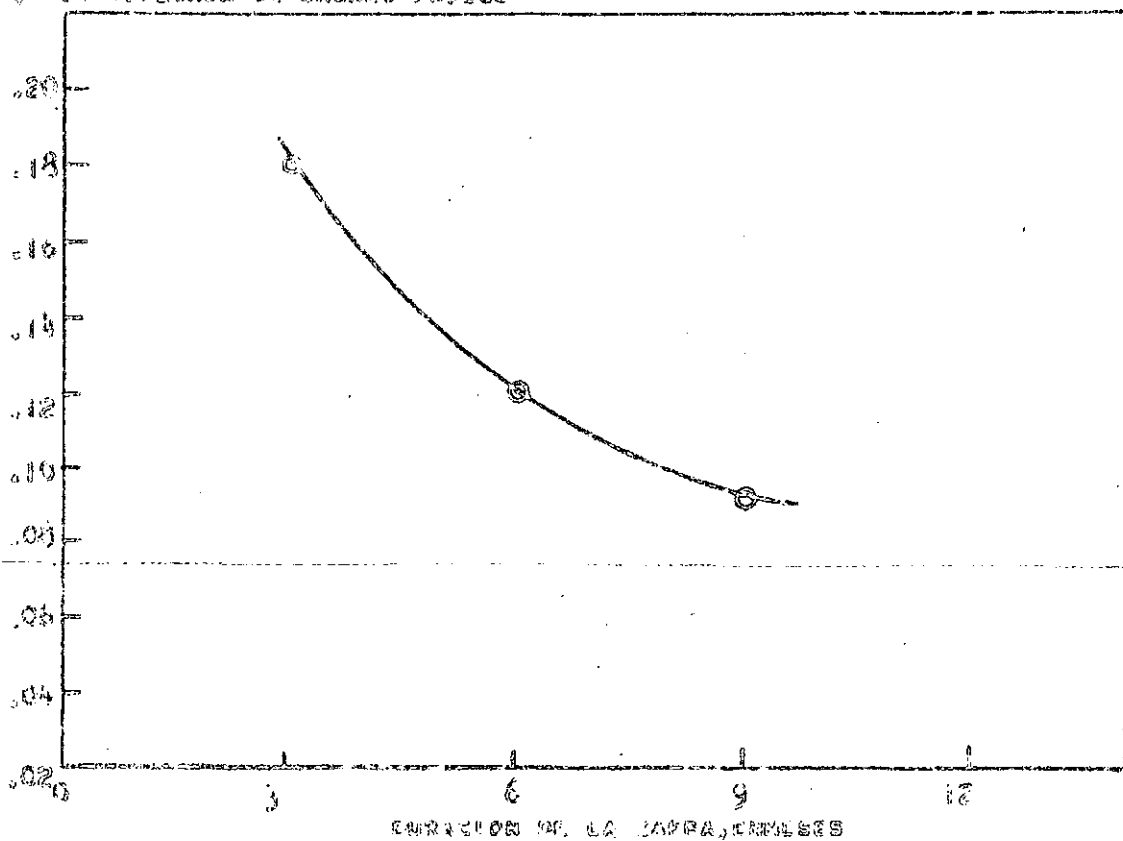
5. CALCULATING THE CONVERSION COST

The conversion cost can now be calculated by adding together the elements which have been estimated. See example given at end of Appendix VII.

GRAFICO 1

RELACION ENTRE LA DURACION DE LA ZAFRA Y EL COSTO
DE INVERSION CORRESPONDIENTE A LA MODIFICACION DE
LAS CALDERAS

COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE
A LA MODIFICACION DE LAS CALDERAS.
IN \$ POR TONELADA DE BAGAZO FRESCO

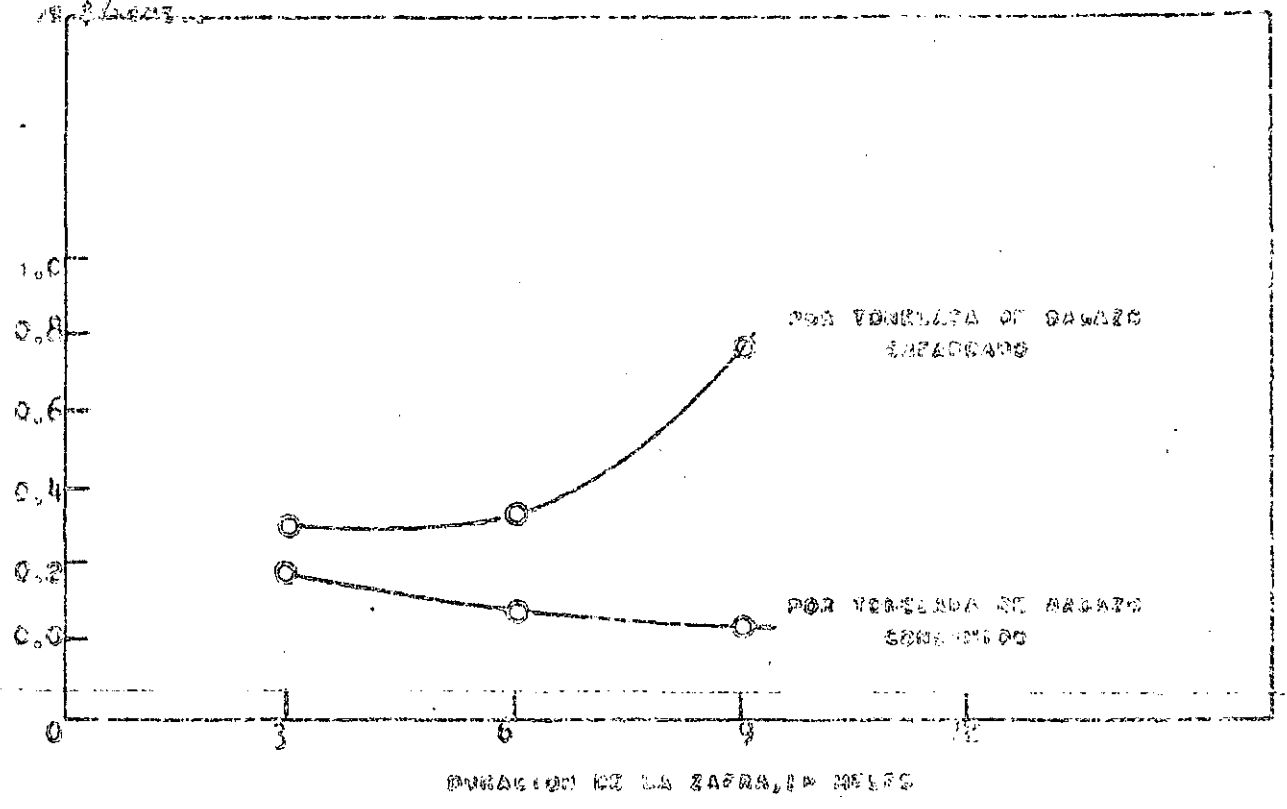


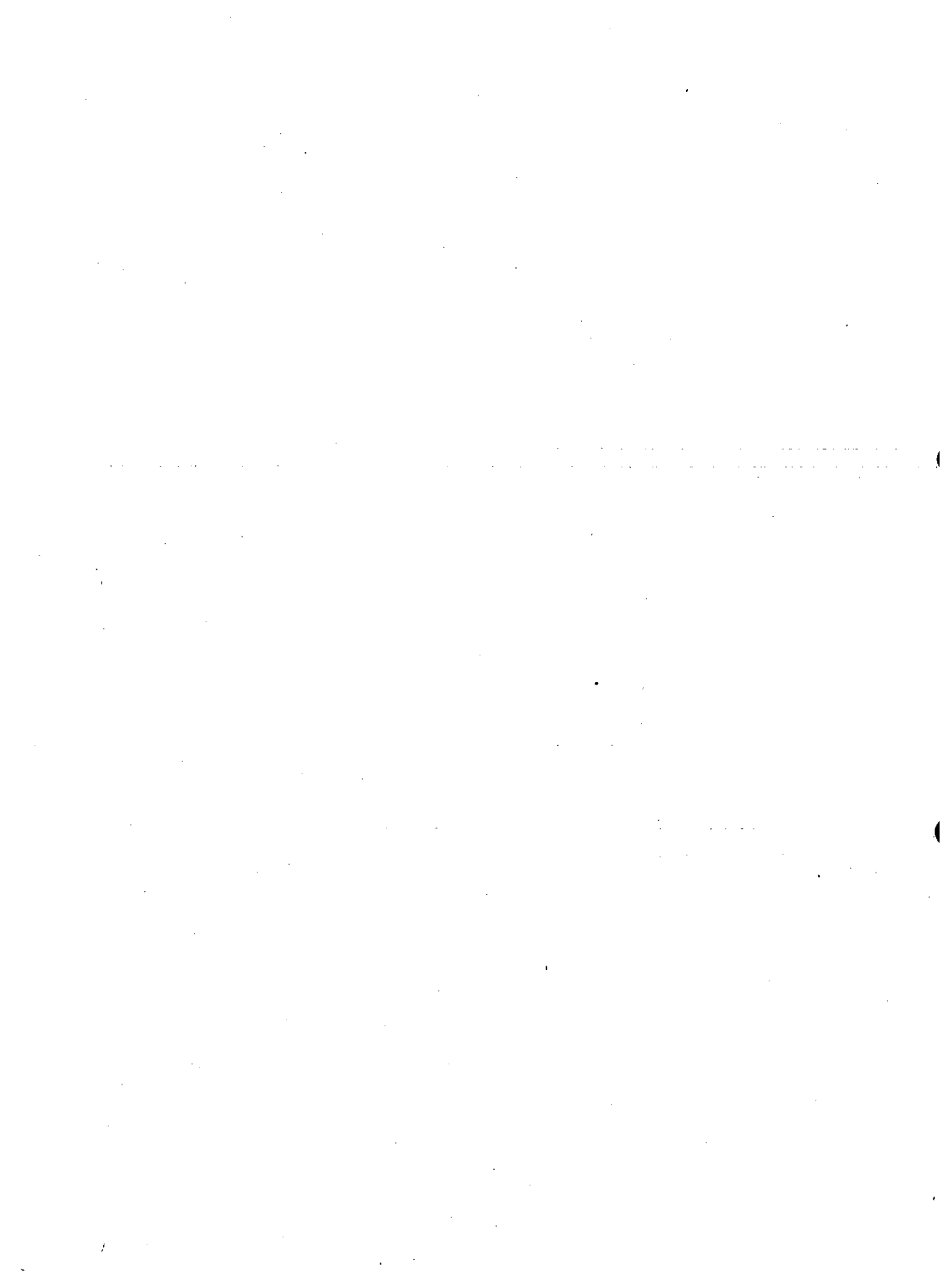


TEMPO 2

RELACION ENTRE LA DURACION DE LA ZAFRA Y EL COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE AL EQUIPO

COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE AL EQUIPO PARA MANTENER EL BAGAZO





APPENDIX IX

SUBSTITUTION COST OF BAGASSE IN SIX COUNTRIES

(20 ton daily capacity pulp mill)

In the cost calculations set out in this appendix two different cases have been considered :

Case A : in which it is assumed that all the bagasse required by the pulp mill will be baled.

Case B : in which it is assumed that the pulp mill will operate on fresh bagasse during the cane grinding season and on baled bagasse during the rest of the year.

In both cases it has been assumed that the following ratios apply :

- (i) fresh bagasse:: pulp, 6::1. Thus the total amount of raw material required, in terms of fresh bagasse equivalent and assuming a 300 working day year, is 36 thousand tons annually;
- (ii) fresh bagasse:: fuel oil, 6::1.

The following elements of cost^{1/} have been taken into account in the calculations :

- a) capital cost of conversion of boilers
- b) cost of substitute fuel oil
- c) capital cost of baling station buildings and storage site
- d) capital cost of conveying, baling, transporting and storing equipment
- e) baling and handling labour
- f) interest on the capital which is represented by stored bagasse
- g) baling wire
- h) insurance of stored bagasse

Case A is studied first. For each country in turn the above cost items are calculated individually and then summarized, a percentage composition of the total cost being given. A summary table for all six countries follows, giving itemized and total cost, percentage breakdown, and cost per ton.

^{1/} Supervision and general administration expenses have not, however, been included.

An identical procedure is then followed in studying Case B.

Three graphs are attached. Graph 1 shows the relationship between the baling rate and the labour required for baling and handling; Graph 2 shows the relationship between the baling rate and the capital cost of baling equipment. These are drawn on the basis of data established in Appendix VII. Graph 3, based on additional background material, shows the relationship between the baling rate and the building area of the baling station. All three Graphs are used to estimate, by interpolation, the relevant cost items in the countries studied.

CASE A Pulp mill operation wholly on baled bagasse

1. ARGENTINA

Average number grinding days during 1953 for 27 mills in Tucumán 138

Assume 150 days grinding season.

a) Capital cost of boiler conversion

36,000 tons/year x \$0.18/ton US \$ 6,480

b) Cost of substitute fuel oil

$\frac{36,000}{6} = 6,000$ tons fuel oil/year

6,000 x \$31.20/ton US \$187,200

c) Capital cost of baling station buildings and of storage site

i) Baling station bldgs.

Baling rate, total bagasse to be baled in six months :

$\frac{36,000}{150 \text{ days}} = 240$ tons to bale per day.

From Graph 3 228 m² of building space required

Unit cost of construction = 45 dollars/m²

Cost of buildings = 228 x 45 = US \$ 10,260

ii) Storage site -

Maximum bagasse in storage = 18,000 tons

One month extra (reserve) = 3,000

Total 21,000 tons

at 9 bales per ton -

21,000 x 9 = 189,000 bales

/at 12,000

at 12,000 bales per stack -

$$\frac{189,000}{12,000} = 15,750 \text{ stacks} = 16$$

at 1,700 m² per stack (with allowance for free space between stacks)

$$16 \times 1,700 \text{ m}^2 = 27,200 \text{ m}^2 \text{ storage site area.}$$

Labour

At .25 manhours/m² = 6,800 manhours

$$6,800 \times .48 \text{ \$/manhr} = \underline{\$3,264}$$

Materials

At 20 m² per m³ of gravel

$$\frac{27,200}{20} = 1,360 \text{ m}^3 \text{ of gravel}$$

$$1,360 \times \$1.92/\text{m}^3 = \underline{\$2,611}$$

Total cost : Baling station bldgs. = 10,260

Site labour = 3,264

Site materials = 2,611

Total 16,135

Depreciation at 5% 817.50

Maintenance at 5% 817.50

Interest at 4% 645.40

Capital cost US\$ 2,280.40

= 2,280

d) Capital cost of baling equipment/ton of bagasse

baled at 240 tons/day baling rate (Graph 2 = \$0.76/ton

$$36,000 \times \$0.76 \quad 27,360$$

e) Baling and handling labour

at baling rate of 240 tons/day (Graph 1) = 2.20 man hrs/ton

$$36,000 \times 2.20 = 79,200 \text{ manhrs.}$$

at \$1.05/manhour

$$79,200 \times \$1.05 = 83,160 \quad 83,160$$

f) Baling wire

$$36,000 \text{ tons} \times \$.285/\text{ton} \quad 10,260$$

/Total, items

Total, items a)	6,480
b)	187,200
c)	2,280
d)	27,360
e)	83,160
f)	<u>10,260</u>

TOTAL US \$ 316,740

g) Interest on capital represented by stored bagasse

Sum of items a) to f) = \$316,740

1 month reserve supply of bagasse = 3,000 tons

+ 1/2 maximum bagasse to storage = 9,000 tons

12,000 tons

$316,740 \times \frac{12,000}{36,000} = \$105,580$

With interest at 8% 8,546
 $\$105,580 \times .08$

Total, items a) to g) US \$ 325,286

h) Insurance

12,000 tons of bagasse to be insured (same as for item above), or 12,000 tons

Value of bagasse to be insured = $325,286 \times \frac{12,000}{36,000} = \$108,427$

With insurance at 1-1/2 %

$108,427 \times .015 = 1,626$ \$ 1,626

Total annual cost of bagasse to pulp mill \$325,286
1,626

US\$326.912

Unit cost = $\frac{\$326,912}{36,000} = \$9.08/\text{ton}$

/Summary (Argentina)

Summary (Argentina)

	US\$	%
a) boiler conversion	6,480	2.0
b) fuel oil	187,200	57.3
c) baling station bldgs. & site	2,280	0.7
d) baling equipment, etc.	27,360	8.4
e) handling labour	83,160	25.3
f) wire	10,260	3.1
g) capital cost stored bagasse	8,546	2.5
h) insurance stored bagasse	1,626	0.8
	<hr/>	<hr/>
	326,912	100

2. BRAZIL

Average grinding season in the State of São Paulo may be taken as 150 days.

a) Capital cost of boiler conversion
36,000 tons/year x \$.18/ton 6,480

b) Cost of substitute fuel oil
 $\frac{36,000}{6}$ tons = 6,000 tons fuel oil/year
6,000 x \$36.00/ton 216,000

c) Capital cost of baling station bldgs. and of storage site

i) Baling station bldgs.

Baling rate = $\frac{36,000}{150}$ = 240 tons/day

From Graph 3 228 m² of building space required

Unit cost of construction = \$78.12/m²

Cost of bldgs. = 228 x \$78.12 = 17,811

ii) Storage site

Maximum bagasse in storage = 18,000 tons

One month extra (reserve) = 3,000 tons

Total 21,000 tons

At 9 bales per ton -

21,000 x 9 = 189,000 bales

At 12,000 bales per stack -

$\frac{189,000}{12,000}$ = 15.75 = 16

/At 1,700

At 1,700 m² per stack (with allowance for free space
 between stacks)
 16 x 1,700 m² = 27,200 m² storage site area

Labour

At .25 manhours/m² = 6,800 manhours
 6,800 x \$.31/manhr = 2,108

Materials

At 20 m² per m³ of gravel
 $\frac{27,200}{20} = 1,360$ m³ of gravel
 1,360 x \$6.25/m³ = \$ 8,500

Total cost : baling station bldgs =	17,811
site labour	2,108
site materials	8,500
	<hr/>
Total	28,419
Depreciation at 5%	1,421
Maintenance at 5%	1,421
Interest at 4%	1,137
	<hr/>
<u>Capital cost</u>	3,979

d) Capital cost of baling equipment
 At baling rate of 240 tons/day = \$0.76/ton
 36,000 x \$0.76 27,360

e) Baling and handling labour
 At baling rate of 240 tons/day = 2.20 manhrs/ton
 36,000 x 2.20 = 79,200 manhours
 At \$.45/manhr
 79,200 x 0.45 = 35,640 35,640

f) Baling wire
 36,000 tons x \$.285/ton 10,260

<u>Total, items</u>		
a)		6,480
b)		216,000
c)		3,979
d)		27,360
e)		35,640
f)		<hr/> 10,260
		299,719

/g) Interest

g) Interest on stored bagasse
 $\$299,719 \times \frac{12,000}{36,000} = 99,906$
 With interest at 8%
 $99,906 \times .08 = 7,992$ \$ 7,992
Total, items a) to g) 307,711

h) Insurance
 tons of bagasse to be insured = 12,000
 Value = $307,711 \times \frac{12,000}{36,000} = \$102,570$
 With insurance at 1-1/2%
 $102,570 \times .015 = 1,538$ 1,538
Total annual cost of bagasse to pulp mill US\$309,249
 Unit cost = $\frac{\$309,249}{36,000} = \$8.59/\text{ton}$

	<u>Summary (Brazil)</u>	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	boiler conversion	6,480	2.1
b)	fuel oil	216,000	69.8
c)	baling station bldgs. & site	3,979	1.3
d)	baling equipment, etc.	27,360	8.8
e)	handling labour	35,640	11.6
f)	wire	10,260	3.3
g)	capital cost stored bagasse	7,992	2.6
h)	insurance stored bagasse	<u>1,538</u>	<u>0.5</u>
		<u>309,249</u>	<u>100</u>

3. CUBA

Average grinding season in Cuba may be taken as 75 days

a) Capital cost of boiler conversion
 $36,000 \text{ tons/year} \times \0.26 9,360

b) Cost of substitute fuel oil
 $6,000 \times \$22.30$ 133,800

/c) Capital

c) Capital cost of baling station bldgs. and of storage site

(i) Bldgs.

$$\text{Baling rate} = \frac{36,000}{75} = 480 \text{ tons/day}$$

$$\text{From Graph 3, } 280 \text{ m}^2$$

$$\text{Unit cost of construction} = \$60.00/\text{m}^2$$

$$280 \times 60 = \$16,800$$

(ii) Site

$$\text{Maximum bagasse to storage} = 27,000$$

$$\text{One month extra (reserve)} = \underline{3,000}$$

$$\text{Total} = 30,000 \text{ tons}$$

$$\text{At 9 bales/ton: } 30,000 \times 9 = 270,000 \text{ bales}$$

At 12,000 bales/stack:

$$\frac{27,000}{12,000} = 22.5 = 23 \text{ stacks}$$

$$\text{At } 1,700 \text{ m}^2 \text{ per stack } 1,700 \times 23$$

$$= 39,100 \text{ m}^2 \text{ site area}$$

$$\underline{\text{Labour}} \text{ at } .25 \text{ manhrs/m}^2 = 9,775 \text{ manhrs.}$$

$$9,775 \times \$.75/\text{manhr} = \$7,331$$

$$\underline{\text{Materials}} \text{ at } 20 \text{ m}^2/\text{m}^3 \text{ gravel} = \frac{39,100}{20} = 1,955 \text{ m}^3$$

$$1,955 \times \$6.00 = \$11,730$$

$$\text{Total cost: Bldgs. } \$ 16,800$$

$$\text{Site labour } 7,331$$

$$\text{Site material } \underline{11,730}$$

US\$35,861

$$\text{Depreciation 5\% } 1,793$$

$$\text{Maintenance at 5\% } 1,793$$

$$\text{Interest at 4\% } \underline{1,434}$$

$$\text{Total } 5,020$$

/d) Baling equipment

- d) Baling equipment
 At baling rate of 480 tons/day =
 \$.72/ton (table 5 extrapolated)
 36,000 x \$.72 = 25,920
- e) Baling and handling labour
 At baling rate of 480 tons/day = 2.10 manhrs/ton
 (table 4 conservative extrapolation)
 36,000 x 2.10 = 75,600 manhrs
 At \$.87/manhr
 75,600 x \$.87 = 65,772
- f) Baling wire
 36,000 x \$.285/ton = 10,260

Total of items (a) to (f)

(a)	9,360		
(b)	133,800		
(c)	5,020		
(d)	25,920		
(e)	65,772		
(f)	<u>10,260</u>	=	US\$250,132

g) Interest on stored bagasse

One month extra (reserve) stored
 all year = 3,000 tons
 1/2 of maximum stored = 13,500 tons
Total 16,500 tons

$$250,132 \times \frac{16,500}{36,000} = \$114,643$$

with interest at 8%

$$\$ 114,643 \times .08 = \underline{9,171}$$

Total of items (a) to (g) \$259,303

h) Insurance

Tons of bagasse to be insured = 16,500

$$\text{Value} = 259,303 \times \frac{16,500}{36,000} = 118,847$$

with insurance at 1 1/2%

$$\$ 118,847 \times .015 = 1,783$$

Total annual cost of bagasse to pulp mill

US\$261,086

/Unit cost

$$\text{Unit cost} = \frac{261,086}{36,000} = \text{US\$}7.25 \text{ ton}$$

Summary (Cuba)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	9,360	3.6
b)	133,800	51.1
c)	5,020	1.9
d)	25,920	9.9
e)	65,772	25.3
f)	10,260	3.9
g)	9,171	3.5
h)	<u>1,783</u>	<u>0.7</u>
	261,086	100.0

4. MEXICO

Average grinding season for larger mills in zone of Veracruz may be taken as 150 days.

		<u>U.S. Dollars</u>
a)	boiler conversion 36,000 x \$.18 =	6,480
b)	fuel oil 6,000 x \$6.24 =	37,440
c)	buildings and site	
	i) Buildings 228 m ² x \$ 23.00/m ² = \$5,244	
	Baling rate $\frac{36,000}{150} = 240$ tons/day	
	ii) Site <u>labour</u> 6,800 x \$ 0.10/manhrs = 680	
	Site <u>materials</u> 1,360 m ³ x \$1.20 = <u>1,632</u>	
	Total	\$7,556
	Depr. at 5%	378
	Maint. at 5%	378
	Interest at 4%	<u>302</u>
		1,058
d)	Baling equipment	
	36,000 x \$.76	27,360
e)	Baling and handling labour	
	36,000 x 2.20 = 79,200 manhours	
	at \$.22/manhr x 22	17,424
f)	Baling wire	<u>10,260</u>
	36,000 x \$.285/ton	

/Total of

Total of items (a) to (f)

(a)	6,480	
(b)	37,440	
(c)	1,058	
(d)	27,360	
(e)	17,424	
(f)	<u>10,260</u>	= US\$100,022

g) Interest on stored bagasse

$$\$100,022 \times \frac{12,000}{36,000} = \$33,341$$

With interest at 8%

$$33,341 \times .08 = \underline{2,667}$$

Total of items (a) to (g) US\$102,689

h) Insurance

$$\$102,689 \times \frac{12,000}{36,000} = \$34,230 \text{ value to insure}$$

With insurance at 1 1/2%

$$\$34,230 \times .015 = \underline{513}$$

Total annual cost of bagasse to pulpmill \$103,202

$$\text{Unit cost} = \frac{\$103,202}{36,000} = \text{US\$ } 2,87$$

Summary (Mexico)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	6,480	6.3
b)	37,440	36.3
c)	1,058	1.0
d)	27,360	26.5
e)	17,424	16.9
f)	10,260	9.9
g)	2,667	2.6
h)	<u>513</u>	<u>0.5</u>
	103,202	100.0

5. PERU

U.S. Dollars

Average grinding season in Peru may be taken
 as 225 days

a) Boiler conversion

$$36,000 \text{ tons} \times \$0.13/\text{ton} = 4,680$$

b) Cost of substitute fuel oil

$$6,000 \text{ tons} \times \$8.95/\text{ton} = 53,700$$

c) Baling station buildings and site

i) Buildings

$$\text{Baling rate} = \frac{36,000}{225} = 160 \text{ tons/day}$$

From graph, 200 m² of building area required

$$\text{Unit cost of construction} = \$27.50/\text{m}^2$$

$$200 \times \$27.50 = 5,500$$

ii) Site

$$\text{Maximum bagasse to storage} = 9,000 \text{ tons}$$

$$\text{One month extra (reserve)} = \frac{3,000 \text{ tons}}{12,000 \text{ tons}}$$

$$\text{At 9 bales/ton } 12,000 \times 9 = 108,000 \text{ bales}$$

$$\text{At } 12,000 \text{ bales/rack} = \frac{108,000}{12,000} = 9 \text{ racks} = 8.5 \text{ racks}$$

$$\text{At } 1,700 \text{ m}^2/\text{rack} = 1,700 \times 9 = 15,300 \text{ m}^2 \text{ site area}$$

Labour

$$\text{At } .25 \text{ manhrs/m}^2 = 3,825 \text{ man/hrs.}$$

$$3,825 \times \$0.15/\text{manhr.} = \$574$$

Materials

At 20 m² per m³ of gravel

$$\frac{15,300}{20} = 765 \text{ m}^3 \text{ of gravel}$$

$$765 \times \$2.05/\text{ton} = \$1,568$$

Total cost

$$\text{Baling station buildings} = \$ 5,500$$

$$\text{Site labour} = 574$$

$$\text{Site gravel} = \underline{156}$$

$$6,220$$

/Depreciation at 5%

U.S. Dollars

Depreciation at 5%	= \$311	
Maintenance at 5%	= 311	
Interest at 4%	= <u>249</u>	871

Capital cost

d) Baling equipment		
At 160 tons/day baling rate (Graph) = \$.82/ton		
36,000 x \$.82		29,520
e) Bale handling labour		
At baling rate of 160 tons/day (Graph) =		
2.28 man/hrs./ton		
36,000 x 2.28 = 82,080 man/hrs.		
At \$.097/man/hrs. = 82,080 x .097		7,962
f) Baling wire		
36,000 x 8,285 =		10,260

Total of items (a) to (f)

(a)	4,680	
(b)	53,700	
(c)	871	
(d)	29,520	
(e)	7,962	
(f)	<u>10,260</u>	= 106,993

g) Interest on stored bagasse		
1 month reserve	3,000 tons	
1/2 maximum stored	<u>4,500 tons</u>	
Total	7,500 tons	
\$106,993 x $\frac{7,500}{36,000}$ =	\$22,290	
With interest at 8%		
\$22,290 x .08		<u>1,783</u>
<u>Total of items (a) to (g)</u>		\$108,776

h) Insurance		
Tons to insure =	7,500	
\$108,776 x $\frac{7,500}{36,000}$ =	\$22,662	
22,662 x .015 =	340	<u>340</u>
<u>Total annual cost of bagasse to pulpmill</u>		\$109,116
		<u>/Unit cost</u>

U.S. Dollars

$$\text{Unit cost} = \frac{\$109,116}{36,000} = 3.03$$

109,116

Summary (Peru)

a)	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	4,680	4.3
b)	53,700	49.2
c)	871	0.8
d)	29,520	27.1
e)	7,962	7.3
f)	10,260	9.4
g)	1,783	1.6
h)	<u>340</u>	<u>0.3</u>
	109,116	100.0

6. VENEZUELA

Average grinding season in Venezuela may be taken as 75 days

- a) Boiler conversion 36,000 x \$.26 9,360
- b) Fuel oil
6,000 x \$9.55/ton 57,300
- c) Buildings and site

i) Buildings

$$\text{Baling rate} = \frac{36,000}{75} = 480 \text{ tons/day}$$

From Graph 3, 280 m²

$$\text{Unit cost of construction} = \$80.00/\text{m}^2 \text{ (est.)}$$

$$280 \times \$80 = \underline{\$22,400}$$

ii) Site

$$\text{Maximum bagasse to storage} = 27,000$$

$$\text{One month extra (reserve)} = \underline{3,000}$$

Total

30,000

$$\text{Area required} = 39,100 \text{ m}^2 \text{ (see Cuba calculation)}$$

$$\text{Labour at } .25 \text{ manhrs./m}^2 = 9,775 \text{ manhrs.}$$

$$9,775 \times \$.45/\text{manhrs.} = \underline{4,399}$$

/Materials

<u>Materials</u>	<u>U.S. Dollars</u>
1,955 m ³ gravel x \$7.00 =	<u>\$13,685</u>
<u>Total cost</u>	
Buildings	22,400
Site labour	4,399
Site materials	<u>13,685</u>
	\$40,384
Depreciation at 5% =	2,019
Maintenance at 5% =	2,019
Interest at 4% =	<u>1,615</u>
Capital cost =	5,653
d) Baling equipment	
36,000 x \$.72/ton (extrapolated)	25,920
e) Baling and handling labour	
36,000 x 2.10 = 75,600 man/hrs.	
75,600 x \$.67	50,652
f) Baling wire	
(see Cuba)	<u>10,260</u>
<u>Total of items (a) to (f)</u>	
(a)	9,360
(b)	57,300
(c)	5,653
(d)	25,920
(e)	50,652
(f)	<u>10,260</u>
	159,145
g) Interest on stored bagasse	
Total stored (see Cuba) = 16,500 tons	
\$159,145 x $\frac{16,500}{36,000}$ =	72,940
With interest at 8% - 68,358 x .08	<u>5,835</u>
<u>Total of items (a) to (g)</u>	164,980
	/ h) Insurance

h) Insurance

U.S. Dollars

$$\begin{aligned} & \$164,614 \times \frac{16,500}{36,000} = \$85,630 \\ & 85,630 \times .015 \end{aligned}$$

754

Total annual cost of bagasse to pulpmill

165,734

$$\text{Unit cost} = \frac{\$165,734}{36,000} = \$4.09$$

Summary (Venezuela)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	9,360	5.7
b)	57,300	34.6
c)	5,653	3.4
d)	25,920	15.6
e)	50,652	30.6
f)	10,260	6.2
g)	5,835	3.3
h)	<u>754</u>	<u>0.6</u>
	165,734	100.0

Case A: Summary

"Substitute" bagasse for 20-ton daily capacity pulpmill

All of the bagasse baled, stored and delivered to pulpmill in bale form

Item	Argen- tina		Brazil		Cuba		Mexico		Peru		Vene- zuela	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
a) Boiler con- version	6,480	2.0	6,480	2.1	9,360	3.6	6,480	6.3	4,680	4.3	9,360	5.7
b) Substitute fuel	187,200	57.3	216,000	69.8	133,800	51.1	37,440	36.3	53,700	49.2	57,300	34.6
c) Baling station & site	2,280	0.7	3,979	1.3	5,020	1.9	1,058	1.0	871	0.8	5,653	3.4
d) Equipment	27,360	8.4	27,360	8.8	25,920	9.9	27,360	26.5	29,520	27.1	25,920	15.6
e) Labour	83,160	25.3	35,640	11.6	65,772	25.3	17,424	16.9	7,962	7.3	50,652	30.6
f) Wire	10,260	3.1	10,260	3.3	10,260	3.9	10,260	9.9	10,260	9.4	10,260	6.2
g) Interest on bagasse	8,546	2.5	7,992	2.6	9,171	3.5	2,667	2.6	1,783	1.6	5,469	3.3
h) Insurance	1,626	0.8	1,538	0.5	1,783	0.7	513	0.5	340	0.3	754	0.6
Totals	326,912	100	309,249	100	261,086	100	103,202	100	109,116	100	165,368	100
Unit cost US\$/ton	9.08		8.59		7.25		2.87		3.03		4.60	

/Case B:

Case B: Pulpmill operation on fresh
bagasse during cane grinding and on baled bagasse
throughout rest of year

1. ARGENTINA

Assume 150 days' grinding season. Then amount bagasse to be consumed fresh:

$$= \frac{36,000}{2} = 18,000 \text{ tons}$$

$$= \frac{36,000}{2} = 18,000 \text{ tons} \quad \text{Amount bagasse to be consumed baled}$$

	<u>U.S. Dollars</u>
a) Boiler conversion, 36,000 x \$.18/ton	6,480
b) Substitute fuel oil, 6,000 tons x \$31.20/ton	187,200
c) Capital cost baling station and storage site	

Baling rate $\frac{18,000}{150} = 120 \text{ tons/day}$

- i) Buildings - from Graph 3, 180 m² building area required
 $180 \times \$45/\text{m}^2 = \$8,100$

ii) Site

Maximum bagasse to storage = 18,000 tons

One month extra (reserve) = 3,000 tons

Total 21,000 tons

At 9 bales/ton, 21,000 x 9 = 189,000 bales

At 12,000 bales/stack = $\frac{189,000}{12,000} = 15,75 \text{ stacks} = 16$

At 1,700 m²/stack, 1,700 x 16 = 27,200 m² site area

Labour

At .25 man.hrs/m² = 6,800 man.hrs.

6,800 x \$.48/man.hrs. = \$3,264

Materials

At 20 m²/m³ gravel $\frac{27,200}{20} = 1,360 \text{ m}^3 \text{ gravel}$

1,360 x \$1.92/m³ = \$2,611

/ Total cost

Total cost - buildings	\$ 8,100	
site labour	3,264	
site materials	<u>2,611</u>	
	\$13,975	
depr. at 5%	699	
maint. at 5%	699	
interest at 4%	<u>559</u>	
Capital cost	\$1,757	1,757

d) Capital cost of baling equipment:

At 120 tons/day baling rate (Graph 2) = \$0.88/ton
18,000 x \$.88 15,840

e) Baling and handling labour:

At 120 tons/day baling rate (Graph 1) =
2.40 man.hrs/ton
18,000 x 2.40 = 43,200 man.hrs.
43,200 x \$1.05/man.hrs. 45,360

f) Wire

18,000 x \$.285/ton 5,130

Total of items (a) to (f)

(a)	6,480	
(b)	187,200	
(c)	1,757	
(d)	15,240	
(e)	45,360	
(f)	<u>5,130</u>	261,767

g) Interest on capital (stored bagasse)

1 month extra (reserve) = 3,000

1/2 maximum to storage = 9,000

12,000 tons average stored

/Cost of

Cost of bagasse baled:

1/2 boiler conversion	=	3,240
1/2 fuel cost	=	93,360
baling station & site	=	1,757
baling equipment	=	15,840
baling labour	=	45,360
wire	=	<u>5,130</u>

\$164,687 actual cost of bagasse baled.

$\frac{164,687}{18,000} = \$9.15/\text{ton}$ bagasse baled

$\$9.15 \times 12,000 = \$109,800$ actual cost of average amount of bagasse stored

With interest at 8%

$\$109,800 \times .08$ 8,784

Total of items (a) to (g) \$270,551

h) Insurance

$\$164,687 + 8,784 = \$173,471$

$\frac{173,471}{18,000} = \9.64 ton bagasse baled

$\$9.64 \times 12,000 = \$115,680$

$\$115,680 \times .015 =$ 1,735

Total annual cost of bagasse to pulpmill US\$272,286

Unit cost (all bagasse to pulpmill) =

$\frac{\$272,286}{36,000} = \7.56 ton

Summary (Argentina)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>	
a)	6,480	8.4	
b)	187,200	68.8	
c)	1,757	0.6	
d)	15,840	5.8	
e)	45,360	16.7	
f)	5,130	1.9	
g)	8,784	3.2	
h)	<u>1,735</u>	<u>0.6</u>	
	272,286	100.0	/2. <u>BRAZIL</u>

2. BRAZIL

Assume 150 days' grinding season, then amount bagasse to be consumed fresh:

$$= \frac{36,000}{2} = 18,000 \text{ tons}$$

$$= \frac{36,000}{2} = 18,000 \text{ tons Amount bagasse to be consumed baled.}$$

		<u>U.S. Dollars</u>
a) Boiler conversion 36,000 x \$.18/ton		6,480
b) Fuel oil 6,000 x \$36.00/ton		216,000
c) Baling station and site:		
i) Buildings		
180 m ² x \$78.12	= 14,062	
ii) Site labour		
6,800 manhrs. x \$.31	= 2,108	
Site materials 1,360 m ³		
x \$6.25/m ³	= 8,500	
Total cost		\$24,670
Depr. at 5%		1,233
Maint. at 5%		1,233
Interest at 4%		<u>987</u>
Capital cost		\$3,453 3,453
d) Baling equipment		
18,000 x \$0.88		15,840
e) Baling labour		
18,000 x 2.40 = 43,200 manhours		
43,200 manhrs. x \$.45/manhrs.		19,440
f) Wire		
18,000 x \$.285/ton		<u>5,130</u>
<u>Total of items (a) to (f)</u>		
(a)	6,480	
(b)	216,000	
(c)	3,453	
(d)	15,840	
(e)	19,440	
(f)	<u>5,130</u>	
		266,343
		/g) Interest on

g) Interest on stored bagasse U.S. Dollars

12,000 tons average stored in year

Cost of bagasse baled:

1/2 boiler conversion = 3,240

1/2 fuel = 108,000

baling station and site = 3,453

equipment = 15,840

labour = 19,440

wire = 5,130

\$155,103

\$155,103 = \$8.62/ton

18,000

\$8.62 x 12,000 = \$103,440

\$103,440 x .08

8,275Total of items (a) to (g)274,618

h) Insurance

\$155,103 + 8,275 = \$163,378\$163,378 = 9.08 ton bagasse
18,000 baled

\$9.08 x 12,000 = \$108,960

\$108,960 x .015

=

1,634Total annual cost of bagasse to pulpmill276,252Unit cost (all bagasse to pulpmill) =276,252 = \$7.67
36,000Summary (Brazil)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	6,480	2.3
b)	216,000	78.3
c)	3,453	1.2
d)	15,840	5.7
e)	19,440	7.0
f)	5,130	1.9
g)	8,275	3.0
h)	<u>1,634</u>	<u>0.6</u>
	276,252	100.0

/3. CUBA

3. CUBA

Assume 75 days' grinding season. Then amount bagasse to be consumed fresh:

$$= 36,000 \times \frac{75}{300} = 9,000 \text{ tons}$$

$$= 36,000 \times \frac{225}{300} = 27,000 \text{ tons. Amount bagasse to be consumed baled.}$$

U.S. Dollars

- a) Capital cost of boiler conversion
 $36,000 \times \$0.26/\text{ton}$ 9,360
- b) Fuel oil
 $6,000 \times \$22.30/\text{ton}$ 133,800

c) Buildings and site
 Baling rate = $\frac{27,000}{75} = 360$ tons/day

- i) Buildings
 From Graph 3, 260 m² area
 $260 \times \$60/\text{m}^2 = \$15,600$

ii) Site

Maximum bagasse to storage, 27,000 tons
 1 month extra (reserve) 3,000 tons
 Total 30,000 tons

39,100 m² site area required (see Cuba, Case I)

Labour = \$ 7,331

Materials = 11,730 (see Cuba, Case I)

Total cost:

Buildings	\$15,600
Site labour	7,331
Site materials	<u>11,730</u>
	\$34,661
Depr. at 5%	1,733
Maint. at 5%	1,733
Interest at 4%	<u>1,386</u>
Capital cost	4,852

4,852

/d) Baling

U.S. Dollars

d) Baling equipment		
At 360 tons/day baling rate = \$.74/ton		
27,000 x \$.74		19,980
e) Baling and handling labour		
At 360 tons/day, Graph 1 = 2.16 man.hrs/ton		
27,000 x 2.16 = 58,320 man.hrs.		
58,320 x \$0.87/man.hrs.		50,738
f) Wire		
27,000 x \$.285		<u>7,695</u>

Total of items (a) to (f)

(a)	9,360	
(b)	133,800	
(c)	4,852	
(d)	19,980	
(e)	50,738	
(f)	<u>7,695</u>	226,425

g) Capital cost of stored bagasse		
1 month extra (reserve) = 3,000		
1/2 maximum to storage = <u>13,500</u>		
Total	16,500 tons average stored	

Cost of bagasse baled:	<u>US\$</u>
3/4 boiler conversion	7,020
3/4 fuels	100,350
Baling station and site	4,852
Equipment	19,980
Labour	50,738
Wire	<u>7,695</u>
	190,635

\$190,635 = \$7.06/ton bagasse baled
27,000

\$7.06 x 16,500 tons = \$116,490

\$116,490 x .08

9,319

Total of items (a) to (g) 235,744

/h) Insurance

U.S. Dollars

h) Insurance

$$\$190,635 + 9,319 = \$199,954$$

$$\frac{\$199,954}{27,000} = \$7.41$$

$$\$7.41 \times 16,500 = \$122,265$$

$$\$122,265 \times .015 = \underline{1,834}$$

Total annual cost of bagasse to pulpmill US\$237,578

Unit cost (all bagasse to pulpmill) =

$$\frac{\$237,578}{36,000} = \$6.60/\text{ton}$$

Summary (Cuba)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	9,360	3.9
b)	133,800	56.3
c)	4,852	2.0
d)	19,980	8.4
e)	50,738	21.4
f)	7,695	3.3
g)	9,319	3.9
h)	<u>1,834</u>	<u>0.8</u>
	237,578	100.0

4. MEXICO

Assume 150 days' grinding season. Then amount bagasse to be consumed fresh:

$$= \frac{36,000}{2} = 18,000 \text{ tons}$$

$$= \frac{36,000}{2} = 18,000 \text{ tons. Amount bagasse to be consumed baled.}$$

a) Boiler conversion 36,000 x \$.18/ton 6,480

b) Fuel oil
6,000 x \$6.24 37,440

c) Buildings and site

i) Buildings
180 m² x \$23/m² = \$4,140

/ ii) Site labour

U.S. Dollars

ii) Site labour		
6,800 man.hrs. x \$0.10 =	6.80	
<u>Materials</u>		
1,360 m ³ gravel x \$1.20 =	1,632	
<u>Total cost</u>	<u>\$6,452</u>	
Depr. at 5%	\$327	
Maint. at 5%	327	
Interest at 4%	<u>258</u>	
	\$912	912
d) Building equipment		
e) 18,000 x \$0.88		15,840
e) Baling and handling labour		
18,000 x 2.40 = 43,200 manhours		
43,200 man.hrs. x \$.22		9,504
f) Wire		
18,000 x \$.285		<u>5,130</u>
	<u>Total of items (a) to (f)</u>	
(a)	6,480	
(b)	37,440	
(c)	912	
(d)	15,840	
(e)	9,504	
(f)	<u>5,130</u>	75,306
g) Interest on capital (stored bagasse)		
12,000 tons average stored		
Cost of bagasse baled:		
1/2 boiler conversion =	3,240	
1/2 fuel =	18,720	
Station and site =	912	
Equipment =	15,840	
Labour =	9,504	
Wire =	<u>5,134</u>	
	53,346	

/ 53,346
18,000

U.S. Dollars

$$\frac{\$53,346}{18,000} = \$2.96/\text{ton}$$

$$\$2.96 \times 12,000 = \$35,520$$

$$\$35,520 \times .08$$

2,842

Total of items (a) to (g)

\$78,148

h) Insurance

$$\$53,346 + \$2,842 = \$56,188$$

$$\frac{\$56,188}{18,000} = \$3.12/\text{ton}$$

$$12,000 \times \$3.12 = \$37,440$$

$$37,440 \times .015$$

562

Total annual cost of bagasse to pulpmill

US\$ 78,710

Unit cost (all bagasse to pulpmill) =

$$\frac{\$78,710}{36,000} = \$2.19/\text{ton}$$

Summary (Mexico)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	6,480	8.2
b)	37,440	47.6
c)	912	1.2
d)	15,840	20.1
e)	9,504	12.1
f)	5,130	6.5
g)	2,842	3.6
h)	<u>562</u>	<u>0.7</u>
	78,710	100.0

5. PERU

Assume 225 days' grinding season. Then amount bagasse to be consumed fresh

$$= 36,000 \times \frac{225}{300} = 27,000 \text{ tons}$$

$$= 36,000 \times \frac{75}{300} = 9,000 \text{ tons amount bagasse to be consumed baled.}$$

a) Boiler conversion 36,000 x \$.13/ton 4,680

b) Substitute fuel oil 6,000 x 8.95 53,700

/c) Baling station

c) Baling station, building and site U.S. Dollars

i) Buildings

Baling rate = $\frac{9,000}{225} = 40$ tons/day

From Graph 3, 130m² area

130 x \$27.50 m² = \$3,575

ii) Site

Maximum bagasse to storage = 9,000 tons

1 month extra (reserve) 3,000 tons

12,000 tons

15,300 m² site area (see Peru, Case I)

Labour \$ 574

Materials \$1,568

Total cost:

Buildings \$3,575

Site labour 574

Site materials 1,568

Total 5,717

Depr. at 5% 286

Maint. at 5% 286

Interest at 4% 229

Capital cost 801

801

d) Equipment, at 40 tons/day, baling rate = \$1.45/ton

9,000 x \$1.35

12,150

e) Labour, at 40 tons/day - 2.93 manhrs./ton

9,000 x 2.93 = 26,370 manhrs.

26,370 x \$.097/manhrs.

2,558

f) Wire 9,000 x \$.285/ton

2,565

Total of items (a) to (f)

(a) \$ 4,680

(b) 53,700

(c) 801

(d) 12,150

(e) 2,558

(f) 2,565

76,454

/g) Interest on

U.S. Dollars

g) Interest on capital (stored bagasse)

1 month extra (reserve) = 3,000

1/2 maximum to storage = 4,500

7,500 tons average
stored

Cost of bagasse baled:

1/4 boiler conversion = 1,170

1/4 fuel = 13,425

Buildings and site = 801

Equipment = 12,150

Labour = 2,558

Wire = 2,565

\$32,669

$\frac{\$32,669}{9,000} = \$3.63/\text{ton}$

$7,500 \times \$3.63 = \$27,225$

$\$27,225 \times .08 =$

2,178

Total of items (a) to (g)

\$78,632

h) Insurance

$\$32,669 + \$2,178 = \$34,847$

$\frac{\$34,847}{9,000} = \$3.87/\text{ton}$

$\$3.87 \times 7,500 = \$29,025$

$\$29,025 \times .015$

435

Total annual cost of bagasse to pulpmill

\$79,067

Unit cost (all bagasse to pulpmill)

$= \frac{\$79,067}{36,000} = \underline{\$2.20/\text{ton}}$

Summary (Peru)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	4,680	5.9
b)	53,700	67.9
c)	801	1.0
d)	12,150	15.4
e)	2,558	3.2
f)	2,565	3.2
g)	2,178	2.8
h)	<u>435</u>	<u>0.6</u>
	<u>79,067</u>	<u>100.0</u>

/6. VENEZUELA

6. VENEZUELA

Assume 75 days' grinding season. Then amount bagasse to be consumed fresh

$$= 36,000 \times \frac{75}{300} = 9,000 \text{ tons}$$

$$= 36,000 \times \frac{225}{300} = 27,000 \text{ tons. Amount bagasse to be consumed baled.}$$

		<u>U.S. Dollars</u>
a)	Boiler conversion 36,000 x \$.26/ton	9,360
b)	Fuel oil	57,300
c)	Buildings and site	
	Baling rate = 360 tons/day	
	i) Buildings	
	260 m ² x \$80.00/m ² = \$20,800	
	ii) Site (see Venezuela, Case A)	
	Maximum bagasse to storage, 27,000	
	1 month extra (reserve) <u>3,000</u>	
		30,000
	39,100 m ² site area required	
	<u>Labour</u> \$ 4,399	
	<u>Materials</u> \$13,685	
		\$38,884
	Depr. at 5% \$ 1,944	
	Maint. at 5% 1,944	
	Interest at 4% <u>1,555</u>	
		5,443
d)	Equipment	
	27,000 x \$.74	19,980
e)	Labour \$27,000 x 2.16 = 58,320 manhours	
	58,320 x \$.67/manhr.	39,074
f)	Wire 27,000 x \$.285	<u>7,695</u>
	<u>Total of items (a) to (f)</u>	
	(a) \$ 9,360	
	(b) 57,300	
	(c) 5,443	
	(d) 19,980	
	(e) 39,074	
	(f) <u>7,695</u>	
		138,852

/ g) Capital cost

U.S. Dollars

g) Capital cost of stored bagasse

1 month extra (reserve) = 3,000 tons
 1/2 maximum stored = 13,500 tons
 Total 16,500 tons

Cost of bagasse baled:

3/4 boiler conversion = 7,020
 3/4 fuel = 42,975
 Station and site = 5,443
 Equipment = 19,980
 Labour = 39,074
 Wire = 7,695
 122,187

$$\frac{122,187}{27,000} = \$4.53/\text{ton}$$

$$\$4.53 \times 16,500 = \$74,745$$

$$\$74,745 \times .08 = \underline{5,980}$$

$$\underline{\text{Total of items (a) to (g)}} \quad 144,832$$

h) Insurance

$$\$122,187 + 5,980 = \$128,167$$

$$\frac{128,167}{27,000} = \$4.75/\text{ton}$$

$$16,500 \times \$4.75 = \$78,375$$

$$\$78,375 \times .015 = \underline{1,176}$$

$$\underline{\text{Total annual cost of bagasse to pulpmill}} \quad \text{US\$ } 146,008$$

$$\underline{\text{Unit cost (all bagasse to pulpmill)}} =$$

$$\frac{\$146,008}{36,000} = \$4.06/\text{ton}$$

Summary (Venezuela)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	9,360	6.4
b)	57,300	39.3
c)	5,443	3.7
d)	19,980	13.7
e)	39,074	26.8
f)	7,695	5.3
g)	5,980	4.1
h)	<u>1,176</u>	
	146,008	100.0

/Summary (Case B)

Summary (Case B)

"Substitute" bagasse for 20 ton daily capacity pulpmill

Bagasse consumed fres during grinding season, but in baled form throughout the rest of the year

Item	Argentina		Brazil		Cuba		Mexico		Peru		Venezuela	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
a) Boiler conversion	6,480	2.4	6,480	2.3	9,360	3.9	6,480	8.2	4,680	5.9	9,360	6.4
b) Substitute fuel	187,200	68.8	216,000	78.3	133,800	56.3	37,440	47.6	53,700	67.9	57,300	39.2
c) Baling station & site	1,757	0.6	3,453	1.2	4,852	2.0	912	1.2	801	1.0	5,443	3.7
d) Equipment	15,840	5.8	15,840	5.7	19,980	8.4	15,840	20.1	12,150	15.4	19,980	13.7
e) Labour	45,360	16.7	19,440	7.0	50,738	21.4	9,504	12.1	2,558	3.2	39,074	26.8
f) Wire	5,130	1.9	5,130	1.9	7,695	3.3	5,130	6.5	2,565	3.2	7,695	5.3
g) Interest on bagasse	8,784	3.2	8,275	3.0	9,319	3.9	2,840	3.6	2,178	2.8	5,980	4.1
h) Insurance	1,735	0.6	1,634	0.6	1,834	0.8	562	0.7	435	0.6	1,176	0.8
Totals	272,286	100	276,252	100	237,578	100	78,710	100	79,067	100	146,008	100
Unit cost, US\$/ton	7.56		7.67		6.60		2.19		2.20		4.06	

/Comparison of

Comparison of bagasse costs

US\$/ton

Case A and Case B

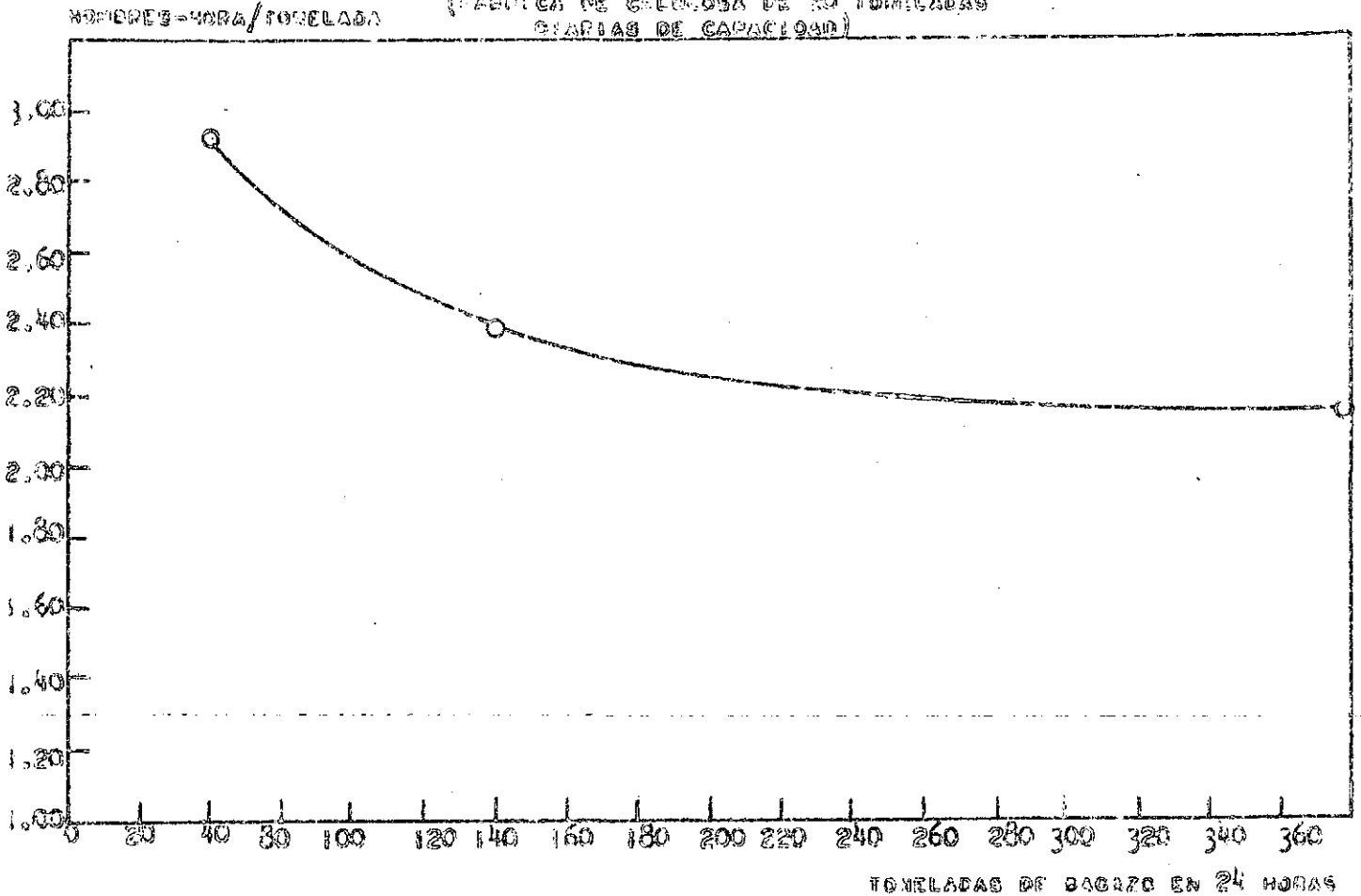
(20-ton daily capacity pulpmill)

Country	Duration of grinding season	(a)	(b)	(c)	(d) Percentage saving on (a)
		100% on baled bagasse	On fresh and on baled	(a) - (b)	$\frac{(c)}{(a)} \times 100$
Argentina	150 days	9.08	7.56	1.52	16.7 %
Brazil	150 days	8.59	7.67	.92	10.7 %
Cuba	75 days	7.25	6.60	.65	9.0 %
Mexico	150 days	2.87	2.19	.68	23.7 %
Peru	225 days	3.03	2.20	.83	27.4 %
Venezuela	75 days	4.60	4.06	.54	11.7 %

GRÁFICO 1

RELACION ENTRE LA CANTIDAD DE BAGAZO POR ENFARDAR EN 24 HORAS 1/
Y LOS HOMBRES-HORA QUE SE NECESITAN PARA ENFARDAR Y MANIPULAR

EL BAGAZO
(FABRICA DE BELLEFLOSA DE 20 TONELADAS
DIARIAS DE CAPACIDAD)



1/BAGAZO CON 50 POR CIENTO DE HUMEDAD

NOTA : VELOCIDAD CONSTANTE DE DESHUMIDECIMIENTO: 67 TONELADAS EN 24 HORAS (BAGAZO SECAO AL AIRE, O CON 10 POR CIENTO DE HUMEDAD)

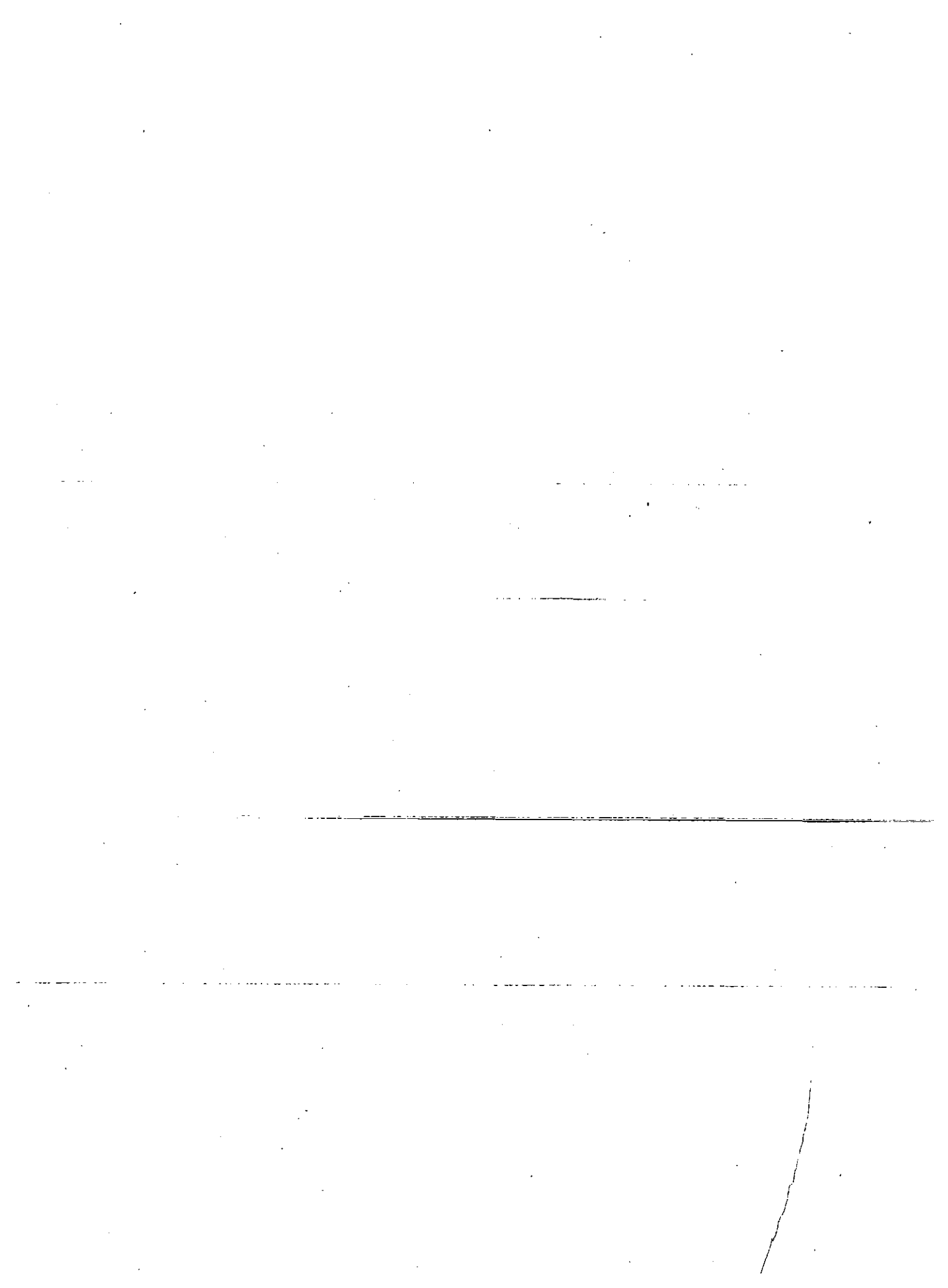
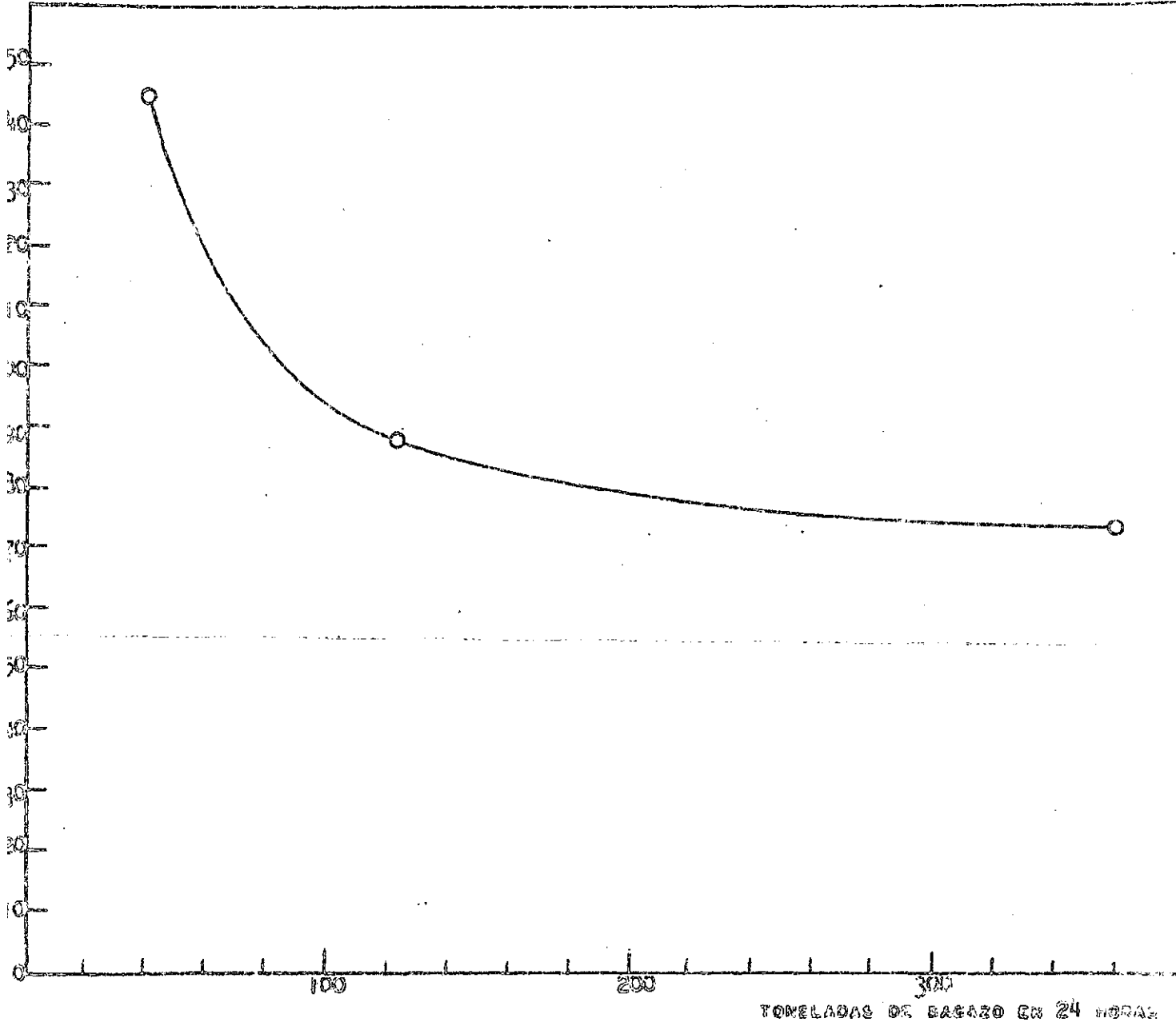


GRAFICO 2

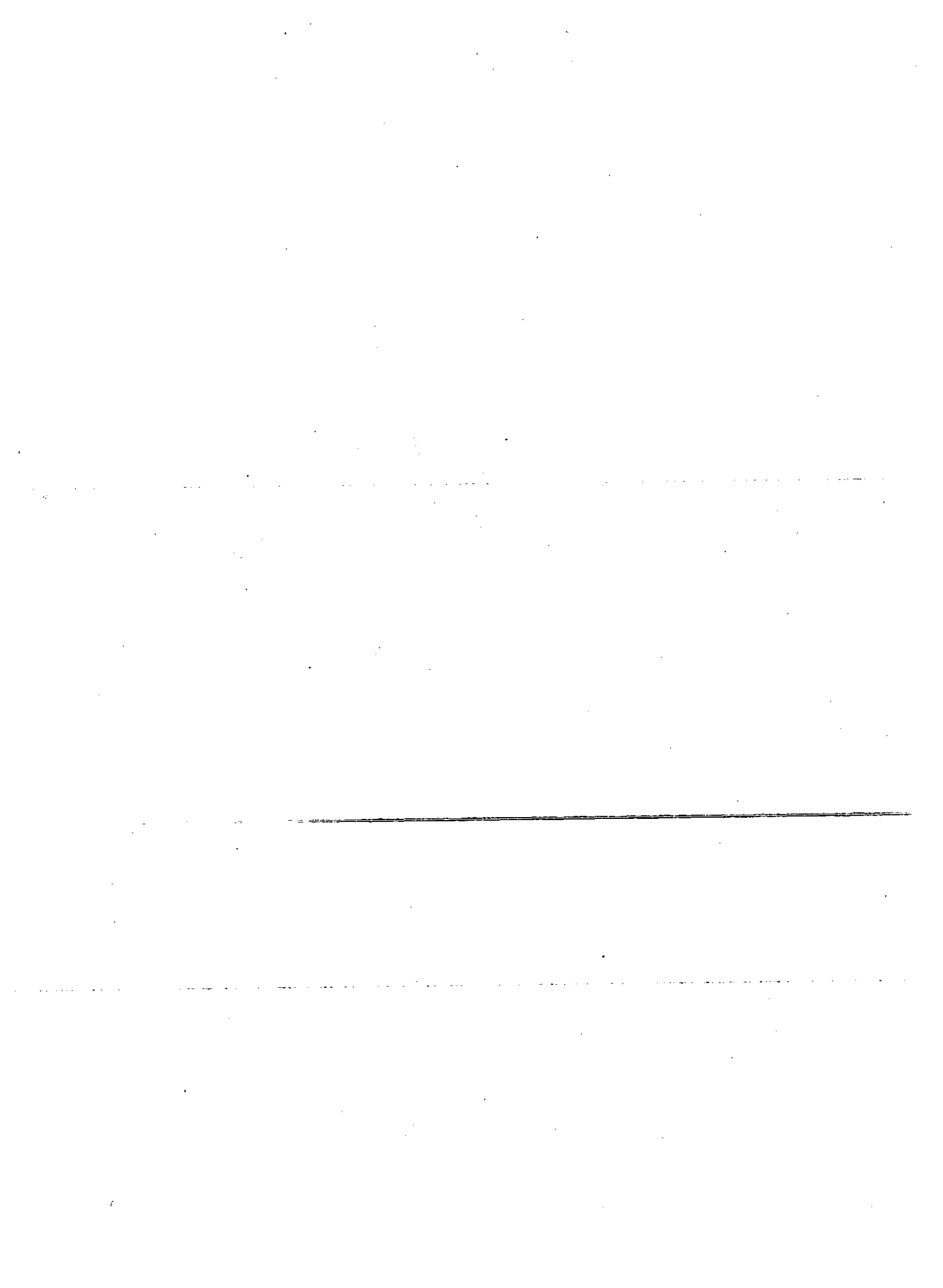
RELACION ENTRE LA CANTIDAD DE BAGAZO POR ENFARDAR EN 24 HORAS ^{1/}
 Y EL COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE AL EQUIPO PARA ENFARDAR
 (FABRICA DE CELULOSA DE 20 TONELADAS DIARIAS
 DE CAPACIDAD)

COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE
 AL EQUIPO PARA ENFARDAR
 US\$ POR TONELADA DE BAGAZO ENFARDADO



^{1/}BAGAZO CON 50 POR CIENTO DE HUMEDAD

NOTA : VELOCIDAD CONSTANTE DE DESENTONAMIENTO : 67 TONELADAS EN 24 HORAS (BAGAZO SECAO AL AIRE, O CON 10 POR CIENTO DE HUMEDAD)



APPENDIX X

SUBSTITUTION COST OF BAGASSE IN SIX COUNTRIES
(50 ton daily capacity pulp mill)

In the cost calculations set out in this appendix two different cases have been considered:

- Case A: in which it is assumed that all the bagasse required by the pulp mill be baled.
- Case B: in which it is assumed that the pulp mill will operate on fresh bagasse during the cane grinding season and on baled bagasse during the rest of the year.

In both cases it has been assumed that the following ratios apply:

- (i) Fresh bagasse :: pulp, 6::1. Thus the total amount of raw material required, in terms of fresh bagasse equivalent and assuming a 300 working day year, is 90 thousand tons annually;
- (ii) fresh bagasse:: fuel oil, 6::1.

The following elements of cost ^{1/} have been taken into account in the calculations:

- a) capital cost of conversion of boilers
- b) cost of substitute fuel oil
- c) capital cost of baling station buildings and storage site
- d) capital cost of conveying, baling, transporting and storing equipment
- e) baling and handling labour
- f) interest on the capital which is represented by stored bagasse
- g) baling wire
- h) insurance of stored bagasse

Case A is studied first. For each country in turn the above cost items are calculated individually and then summarized, a percentage composition of the total cost being given. A summary table for all six countries follows, giving itemized and total cost, percentage breakdown, and cost per ton.

An identical procedure is then followed in studying Case B.

Two graphs are attached. Graph 1 shows the relationship between the baling rate and the labour required for baling and handling; Graph 2 shows the relationship between the baling rate and the capital cost of baling equipment. These are drawn on the basis of data established in Appendix VIII. These two graphs, together with Graph 3 in Appendix IX, are used to estimate, by interpolation the relevant cost items in the countries studied.

^{1/} Supervision and general administration expenses have not, however, been included.

CASE A PULP MILL OPERATION WHOLLY ON BALED BAGASSE

1. ARGENTINA

Average number of grinding days in Tucumán, 138. Assume 150 days grinding season. Baling rate = $\frac{90,000}{150} = 600$ tons/day

US Dollars

a) Boiler conversion

90,000 x \$ 0.12/ton 10,800

b) Fuel oil

15,000 tons x \$ 31.20 468,000

c) Buildings and site

i) Buildings $\frac{90,000}{150} = 600$ tons/day

From Graph 3, Appendix IX, 295 m² of buildings
295 x \$45/m² = \$ 13,280

ii) Site

Maximum bagasse to storage = 45,000 tons

One month extra (reserve) = $\frac{7,500}{52,500}$ tons

At 9 bales per ton 52,500 x 9 = 472,500 bales

At 12,000 bales per stack $\frac{472,500}{12,000} = 40$ stacks

At 1,700 m² per stack 40 x 1,700 m² = 68,000 m² site area

Labour at .25 manhrs/m² = 17,000 manhrs.

17,000 x \$.48/manhr. = \$ 8,160

Materials at 20 m² per m³ of gravel

$\frac{68,000}{20} = 3,400$ m³ of gravel

3,400 x \$ 1.92/m³ = \$ 6,530

Total cost, buildings \$ 13,280

Site labour 8,160

Site materials 6,530

\$ 27,970

Depreciation at 5% \$ 1,400

Maintenance at 5% 1,400

Interest at 4% 1,120

Capital cost \$ 3,920

= 3,920

/ d) Baling

- d) Baling equipment. Baling rate $\frac{90,000 \text{ tons}}{150 \text{ dys.}} = 600 \text{ tons/day}$
- Capital cost per ton (graph 2) = \$.52
- $90,000 \times .52 = 46,800$
- e) Baling and handling labour
- At baling rate of 600 tons/day
- labour = 1.64 manhrs./ton
- $90,000 \times 1.64 = 147,600 \text{ manhrs.}$
- $147,600 \times \$ 1.05/\text{manhr.} = 154,980$
- f) Wire $90,000 \times \$.285 = 25,650$
- Total, items a) to f) \$ 710,150
- g) Interest on stored bagasse
- 1/2 maximum to storage = 22,500 tons
- One month extra $\frac{7,500}{30,000} \text{ tons}$
- Value of bagasse in storage: $710,150 \times \frac{30,000}{90,000} = \$236,710$
- With interest at 8%, $236,710 \times .08 = 18,940$
- Total, items a) to g) \$ 729,090
- h) Insurance
- Bagasse to be insured = 30,000 tons
- Value of bagasse to be insured: $729,090 \times \frac{30,000}{90,000} = \$243,030$
- With insurance at 1 1/2 % $\$243,030 \times .015 = 3,650$
- Total all items = \$732,740
- Unit cost = $\frac{732,740}{90,000} = \$ 8.14/\text{ton}$

Summary (Argentina)

	US\$	%
a)	10,800	1.5
b)	468,000	63.9
c)	3,920	.5
d)	46,800	6.4
e)	154,980	21.2
f)	25,650	3.5
g)	18,940	2.6
h)	3,650	0.4
	<u>\$732,740</u>	<u>100.0</u>

2. BRAZIL

U.S. Dollars

Average grinding season, 150 days

a) Boiler conversion

$90,000 \text{ tons} \times \$ 0.12/\text{ton} = 10,800$

/b) Substitute

b) Substitute fuel oil			
15,000 tons x \$ 36.00/ton		=	540,000
c) Baling station buildings and site			
i) Buildings			
Baling rate = 600 tons/day			
From Graph 3, Appendix IX, 295 m ² of buildings.			
295 m ² x \$ 78.12/m ²	\$ 23,050		
ii) Site			
Maximum bagasse to storage = 45,000			
One month extra	= 7,500		
	52,500		
Area required (see Argentina) = 68,000 m ²			
<u>Labour</u>			
17,000 manhrs. x \$.31/manhr.	= \$ 5,270		
<u>Materials</u>			
3,400 m ³ gravel x \$ 6.25 m ³	= \$21,250		
Total cost	\$49,570		
Depr. at 5%	2,480		
Maintenance at 5%	2,480		
Interest at 4%	1,980		
Capital cost	\$ 6,940	=	6,940
d) Baling equipment			
Cost per ton (Graph 2) \$ 0.52			
90,000 x \$ 0.52		=	46,800
e) Baling and handling labour			
Labour = 1.64 manhrs./ton			
147,600 x \$ 0.45/manhr.		=	66,420
f) Wire			
90,000 x \$.285		=	25,650
	Total, items a) to f)	=	696,610

/ g) Interest

g) Interest on stored bagasse

1/2 maximum bagasse to storage = 22,500 tons

One month extra = 7,500 tons

Total 30,000

Value of bagasse in storage

\$ 696,610 x $\frac{30,000}{90,000}$ = \$ 232,200

232,200 x .08

= 18,580

Total items a) to g)

\$715,190

h) Insurance

Value of bagasse to be insured

715,190 x $\frac{30,000}{90,000}$ = \$ 238,390

238,390 x .015

= 3,580

Total, all items

\$718,770

Unit cost = $\frac{718,770}{90,000}$ = \$ 8.00/ton

Summary (Brazil)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	10,800	1.5
b)	540,000	75.1
c)	6,940	1.0
d)	46,800	6.5
e)	66,420	9.2
f)	25,650	3.6
g)	18,580	2.6
h)	<u>3,580</u>	<u>0.5</u>
	\$718,770	100.0

3. CUBA

Average grinding season = 75 days

Baling rate = $\frac{90,000}{75}$ = 1,200 tons/day

a) Boiler conversion

90,000 x \$ 0.18

= 16,200

/b) Fuel

b) Fuel oil

$$15,000 \times \$ 22.30 = 334,500$$

c) Baling station

i) Buildings

From Graph 3, Appendix IX, at 1,200 tons/day - 320 m²
(interpolated)

$$320 \times \$ 60.00/m^2 = 19,200$$

ii) Site

Maximum bagasse to storage = 67,500 tons

One month extra 7,500 tons
75,000 tons

75,000 x 9 = 675,000 bales

$\frac{675,000}{12,000} = 56$ stacks

56 x 1,700 m² = 95,200 m²

Labour

95,200 x .25 = 23,800 manhrs.

23,800 x \$.75/manhr. = 17,850

Materials

$\frac{95,200 \text{ m}^2}{20} = 4,760 \text{ m}^3$ of gravel

4,760 x \$ 6.00 = 28,560

Total cost \$65,610

Depr. at 5% 3,280

Maintenance at 5% 3,280

Interest at 4% 2,620

Capital cost = 9,180

d) Baling equipment

From Graph 2, at 1,200 tons/day = \$ 0.51/ton

/90,000

90,000 x \$.51	=	45,900
e) Baling and handling labour		
From Graph 1, at 1,200 tons/day = 1.50 manhrs./ton		
90,000 x 1.50 = 135,000 manhrs.		
135,000 x \$ 0.87/manhr.	=	117,450
f) Wire 90,000 x \$.285/ton	=	<u>25,650</u>
Total items a) to f)		548,880
g) Interest on stored bagasse		
1/2 maximum to storage =		33,750
One month extra		<u>7,500</u>
		41,250
Value of bagasse in storage		
548,880 x $\frac{41,250}{90,000}$ =		\$ 251,570
\$ 251,570 x .08	=	<u>20,130</u>
Total , items a) to g)		569,010
h) Insurance		
569,010 x $\frac{41,250}{90,000}$ =		\$ 260,800
260,800 x .015	=	<u>3,910</u>
Total, all items		572.920
Unit cost = $\frac{572.920}{90,000}$ =		\$ 6.37/ton

Summary (Cuba)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	16,200	2.8
b)	334,500	58.4
c)	9,180	1.6
d)	45,900	8.0
e)	117,450	20.5
f)	25,650	4.5
g)	20,130	3.5
h)	<u>3,910</u>	<u>0.7</u>
	\$572,920	100.0

4. MEXICO

Average grinding season = 150 days

Baling rate = $\frac{90,000}{150} = 600$ tons/day

a) Boiler conversion = 10,800

b) Fuel oil

15,000 tons x \$ 6.24 = 93,600

c) Building and site

i) 295 m² x \$ 23.00 = 6,790

ii) site

Labour 17,000 manhrs. x \$ 0.10/manhr. 1,700

Materials 3,400 m² x \$ 1.20/m³ 4,080

Total cost \$ 12,570

Deprec. at 5% 630

Maint. at 5% 630

Interest at 4% 500

Capital cost 1,760 = 1,760

d) Baling equipment

90,000 x \$ 0.52/ton = 46,800

e) Baling and handling labour

147,600 manhrs. x \$ 0.22/manhr. = 32,470

f) Wire

90,000 x \$.285 = 25,650

Total, items a) to f) = 211,080

g) Interest on stored bagasse

211,080 x $\frac{30,000}{90,000} =$ \$ 70,360

70,360 x .08 = 5,630

Total item a) to g) \$ 216,710

/h) Insurance

h) Insurance

$$216,710 \times \frac{30,000}{90,000} = \$ 72,240$$

$$\$ 72,240 \times 0.015 = \underline{1,080}$$

Total all items \$ 217,790

$$\text{Unit cost} = \frac{217,790}{90,000} = \$ 2.42/\text{ton}$$

Summary (Mexico)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	10,800	5.0
b)	93,600	43.0
c)	1,760	0.8
d)	46,800	21.5
e)	32,470	14.9
f)	25,650	11.8
g)	5,630	2.6
h)	<u>1,080</u>	<u>0.4</u>
	217,790	100.0

5. PERU

Grinding season = 225 days Baling rate = $\frac{90,000}{225} = 400 \text{ tons/day}$

a) boiler conversion

$$90,000 \times \$.09/\text{ton} = 8,100$$

b) fuel oil

$$15,000 \times \$ 8.95/\text{ton} = 134,250$$

c) baling station

i) buildings

From graph 3, Appendix IX at 400 tons/day, 266 m²

$$266 \times \$ 27.50/\text{m}^2 = \$ 7,320$$

ii) site

maximum bagasse to storage = 22,500 tons

$$\text{One month extra} = \underline{7,500}$$

Total 30,000 /30,000 x

$$30,000 \times 9 = 270,000 \text{ bales}$$

$$\frac{270,000}{12,000} = 23 \text{ stacks}$$

$$23 \times 1,700 = 39,100 \text{ m}^2$$

Labour

$$39,100 \times .25 = 9,780 \text{ manhrs.}$$

$$9,780 \times \$0.15/\text{manhr.} \qquad 1,470$$

Materials

$$\frac{39,100}{20} = 1,960 \text{ m}^3 \text{ gravel}$$

$$1,960 \times \$ 2.05/\text{ton} \qquad \underline{4,020}$$

Total cost	12,810
Depr. at 5%	650
Maint. at 5%	650
Interest. at 4%	<u>510</u>
	1,810

1,810

d) baling equipment

$$\text{from Graph 2, at 400 tons/day} = \$ 0.53/\text{ton}$$

$$90,000 \times \$ 0.53 \qquad 47,700$$

e) baling and handling labour

$$\text{from Graph 1, at 400 tons/day} = 1.76 \text{ manhrs./ton}$$

$$90,000 \times 1.76 = 158,400 \text{ manhrs.}$$

$$158,400 \times \$ 0.097/\text{manhr.} \qquad 15,360$$

f) Wire

$$90,000 \times \$.285 \qquad \underline{25,650}$$

Total , items a) to f) 232,870

g) interest on stored bagasse

$$\text{tons to insure: } 1/2 \text{ maximum to storage} \qquad 11,250$$

$$\text{one month extra} \qquad \underline{7,500}$$

18,750

/232,870 x

$$232,870 \times \frac{18,750}{90,000} = \$48,510$$

$$48,510 \times .08 \qquad \qquad \qquad \underline{3,880}$$

Total, items a) to g) 236,750

h) insurance

$$236,750 \times \frac{18,750}{90,000} = \$ 49,320$$

$$49,320 \times 0.015 \qquad \qquad \qquad \underline{740}$$

Total, all items 237,490

$$\text{Unit cost} = \frac{237,490}{90,000} = \$ 2.64/\text{ton}$$

Summary (Peru)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	8,100	3.4
b)	134,250	56.5
c)	1,810	0.8
d)	47,700	20.1
e)	15,360	6.5
f)	25,650	10.8
g)	3,880	1.6
h)	<u>740</u>	<u>0.3</u>
	237,490	100.0

6. VENEZUELA

Grinding season, 75 days, Baling rate = $\frac{90,000}{75} = 1,200$ tons/day

a) boiler conversion

$$90,000 \times \$.18/\text{ton} \qquad \qquad \qquad 16,200$$

b) fuel oil 15,000 x \$9.55/ton 143,250

c) baling station

i) bldgs from graph 3, Appendix IX, 320 m² (extrapolated)

$$320 \times \$ 80/\text{m}^2 \qquad \qquad \qquad \$ 25,600$$

ii) site

$$\underline{\text{Labour}} \quad 95,200 \times .25 = 23,800 \text{ manhrs.}$$

$$23,800 \text{ manhrs.} \times \$.45/\text{manhr} = 10,710$$

/Materials

<u>Materials</u>			
4,760 m ³ gravel x \$ 7.00		33,320	
	Total cost	<u>69,630</u>	
	Depr. at 5%	3,480	
	Maint at 5%	3,480	
	Interest at 4%	<u>2,790</u>	
	Capital cost	9,750	9,750
d) baling equipment			
90,000 x 0.51/ton			45,900
e) baling and handling labour			
90,000 x 1.50 manhrs./ton = 135,000 manhrs.			
135,000 x \$.67/manhr.			90,450
f) wire			
90,000 x \$.285/ton			<u>25,650</u>
	Total items a) to f)		331,200
g) interest on bagasse			
value in storage = $331,200 \times \frac{41,250}{90,000} = \$ 151,800$			
151.800 x .08			<u>12,140</u>
	Total items a) to g)		343,340
h) insurance			
value to insure = $343,340 \times \frac{41,250}{90,000} = \$ 157,360$			
157,360 x 0.15			<u>2,360</u>
	Total, all items		345,700
Unit cost = $\frac{345,700}{90,000} = \$ 3.84/\text{ton}$			

/Summary

Summary (Venezuela)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	16,200	4.7
b)	143,250	41.4
c)	9,750	2.8
d)	45,900	13.3
e)	90,450	26.2
f)	25,650	7.4
g)	12,140	3.5
h)	2,360	0.7
	<u>\$345,700</u>	<u>100.0</u>

Case A: Summary

"Substitute" bagasse for 50 - ton capacity pulp mill
All of the bagasse baled, stored and delivered to pulp mill in bale form

<u>Item</u>	<u>Argen-</u> <u>tina</u>		<u>Brazil</u>		<u>Cuba</u>		<u>Mexico</u>		<u>Peru</u>		<u>Vene-</u> <u>zuela</u>	
	<u>US\$</u>	<u>%</u>	<u>US\$</u>	<u>%</u>	<u>US\$</u>	<u>%</u>	<u>US\$</u>	<u>%</u>	<u>US\$</u>	<u>%</u>	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)boiler conver sion	10,800	1.5	10,800	1.5	16,200	2.8	10,800	5.0	8,100	3.4	16,200	4.7
b)substi tute fuel	468,000	63.9	540,000	75.1	334,500	58.4	93,600	43.0	134,250	56.5	143,250	41.4
c)baling sto.& site	3,920	.5	6,940	1.0	9,180	1.6	1,760	0.8	1,810	0.8	9,750	2.8
d)equip ment	46,800	6.4	46,800	6.5	45,900	8.0	46,800	21.5	47,700	20.1	45,900	13.3
e)labour	154,980	21.2	66,420	9.2	117,450	20.5	32,470	14.9	15,360	6.5	90,450	26.2
f)wire	25,650	3.5	25,650	3.6	25,650	4.5	25,650	11.8	25,650	10.8	25,650	7.4
g)int. on ba gasse	18,940	2.6	18,580	2.6	20,130	3.5	5,630	2.6	3,880	1.6	12,140	3.5
h)insur ance	3,650	0.4	3,580	0.5	3,910	0.7	1,030	0.4	740	0.3	2,360	0.7
Totals	732,740		718,770		572,920		217,790		237,490		345,700	
		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0
Unit cost US\$/ton	8.14		8.00		6.37		2.42		2.64		3.84	

CASE B PULP MILL OPERATION ON FRESH BAGASSE DURING CANE
GRINDING SEASON AND ON BALED BAGASSE THROUGHOUT REST OF YEAR

1. ARGENTINA

Average grinding season, 150 days. Tons bagasse consumed fresh:

$90,000 \times \frac{150}{300} = 45,000$. Tons bagasse consumed baled:

$90,000 - 45,000 = 300$ tons/day

Baling rate $\frac{45,000}{150} = 300$ tons/day

a) boiler conversion 10,800

b) fuel oil 468,000

c) buildings and site

i) bldgs. From graph 3, Appendix IX,
at 300 tons/day 245 m² required

$245 \times \$ 45/m^2$ \$ 11,030

ii) site

Labour 8,160

Materials 6,530

25,720

Depr. at 5% 1,290

Maint. at 5% 1,290

Interest at 4% 1,030

3,610 3,610

d) baling equipment

From graph 2, at 300 tons/day = \$0.54/ton

$45,000 \times \$ 0.54$ 24,300

e) baling and handling labour

From graph 1, at 300 tons/day = 1.86

manhrs/ton $45,000 \times 1.86 = 83,700$ manhrs

$83,700 \times \$1.05/manhr$ 87,890

/f) wire

f) wire 45,000 x \$.285 12,830
 Total items a) to f) 607,430

g) interest on bagasse
 1/2 maximum to storage 22,500
 one month extra 7,500
 average amount stored = 30,000 tons

Cost of bagasse baled:

1/2 boiler conversion \$ 5,400
 1/2 fuel cost 234,000
 baling, station and site 3,610
 baling equipment 24,300
 baling labour 93,560
 wire 12,830
 \$ 373,700

Unit cost = $\frac{373,700}{45,000}$ = \$ 8.30/ton

30,000 x \$8.30 = \$ 249,000 actual cost of average amount of bagasse stored

249,000 x .08 19,920

Total, items a) to g) 627,350

h) insurance

373,700 + 19,920 = \$ 393,620 actual cost of bagasse stored

Unit cost $\frac{393,620}{45,000}$ = \$ 8.75/ton

30,000 x \$8.75 = \$ 262,500 actual cost of average amount of bagasse to be insured

\$ 262,500 x .015 3,940

Total, all items 631,290

/Unit cost

$$\text{Unit cost} = \frac{631,290}{90,000} = \$ 7.01/\text{ton}$$

Summary (Argentina)

	US\$	
a)	10,800	1.7
b)	468,000	74.2
c)	3,610	0.6
d)	24,300	3.8
e)	87,890	13.9
f)	12,830	2.0
g)	19,920	3.2
h)	<u>3,940</u>	<u>0.6</u>
	631,290	100.0

2. BRAZIL

Average grinding season, 150 days. Tons bagasse consumed fresh: 45,000; tons consumed baled: 45,000. Baling rate; $\frac{45,000}{150} = 300$ tons/day

a) boiler conversion		10,800
b) fuel oil		540,000
c) baling station		
i) bldgs. $245 \text{ m}^2 \times \$78.12$	=	19,140
ii) site		
<u>Labour</u>		5,270
<u>Materials</u>		<u>21,250</u>
Total cost	\$	45,660
Depr. at 5%		2,280
Maint. at 5%		2,280
Interest at 4%		<u>1,830</u>
Capital cost		6,390 = 6,390
d) baling equipment		24,300
e) baling and handling labour		
45,000 x 1.86 = 83,700 manhours		37,670
83,700 manhrs x \$0.45/manhr	=	37,670

/f) wire

f) wire 45,000 x \$.285 = 12,830

Total, items a) to f) \$ 631,990

g) interest on bagasse

average amount stored = 30,000 tons

cost of bagasse baled:

1/2 boiler conversion = 5,400

1/2 fuel 270,000

baling station & site 6,390

baling equipment 24,300

baling labour 37,670

wire 12,830

356,590

Unit cost = $\frac{356,590}{45,000} = \$ 7.92/\text{ton}$

30,000 x \$ 7.92 = \$ 237,600 actual cost of average amount of

bagasse stored

237,600 x .08 19,010

Total, item a) to g) \$ 651,000

h) insurance

356,590 + 19,010 = \$ 375,600 actual cost of bagasse stored

Unit cost - $\frac{375,600}{45,000} = \$ 8.35/\text{ton}$

30,000 x \$8.35 = \$250,500 actual cost of average amount of

bagasse to be insured

250,500 x .015 3,760

Total, all items \$ 654,760

Unit cost - $\$ \frac{654,760}{90,000} = \$ 7.28/\text{ton}$

/Summary

Summary (Brazil)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	10,800	1.6
b)	540,000	82.5
c)	6,390	1.0
d)	24,300	3.7
e)	37,670	5.8
f)	12,830	2.0
g)	19,010	2.9
h)	<u>3,760</u>	<u>0.5</u>
	\$ 654,760	100.0

3. CUBA

Average grinding season: 75 days. Tons bagasse consumed fresh:
 $90,000 \times \frac{75}{300} = 22,500$; tons consumed baled = $90,000 - 22,500 =$
 67,500. Baling rate = $\frac{67,500}{75} = 900$ tons/day

a) boiler conversion	=	16,200
b) fuel oil		334,500
c) Baling station		
i) bldgs		
From graph 3, Appendix IX, at 900 tons/day = 307 m ²		
required		
307 x \$60.00/m ²	=	\$ 18,420
ii) site		
<u>Labour</u> 23,800 manhrs x \$.75/manhr		17,850
<u>Materials</u>		<u>28,560</u>
Total cost	\$	64,830
Depr. at 5%		3,240
Maint. at 5%		3,240
Interest at 4%		<u>2,590</u>
Capital cost	=	9,070 9,070

d) baling equipment
 from graph 2, at 900 tons/day = \$.513/ton

/67,500

67,500 x \$.513 = 34,630

e) baling and handling labour
From graph 1, at 900 tons/day = 1.53 man hrs/ton
67,500 x 1.53 = 103,280 manhrs
103,280 x \$0.87/manhr = 89,850

f) wire 67,500 x \$.285 = 19,240

Total, items a) to f) \$ 503,490

g) interest on stored bagasse
Average bagasse baled:

3/4 boiler conversion	= 12,150
3/4 fuel oil	250,880
baling station & site	9,070
baling equipment	34,630
baling labour	89,850
wire	<u>19,240</u>
	415,820

Unit cost = $\frac{415,820}{67,500} = \$6.16/\text{ton}$

41,250 x \$6.16 = \$ 254,100, actual cost of average amount of bagasse stored

254,100 x .08 = 20,330

Total, items a) to g) \$ 523,820

h) insurance
\$ 415,820 + \$20,330 = \$ 436,150 actual cost of bagasse stored

Unit cost = $\frac{436,150}{67,500} = \$ 6.46/\text{ton}$

41,250 x \$6.46 = \$ 266,480 actual cost of average amount of bagasse to be insured

266,480 x .015 = 4,000

Total, all items \$ 527,820

/Unit cost

$$\text{Unit cost} = \frac{527,820}{90,000} = \$5.86/\text{ton}$$

Summary (Cuba)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	16,220	3.1
b)	334,500	63.4
c)	9,070	1.7
d)	34,630	6.6
e)	89,850	17.0
f)	19,240	3.6
g)	20,330	3.9
h)	<u>4,000</u>	<u>0.7</u>
	527,820	100.0

4. MEXICO

Average grinding season; 150 days: Tons bagasse consumed fresh:

45,000. Tons consumed baled: 45,000 Baling rate: $\frac{45,000}{150} = 300$ tons/day

		<u>US Dollars</u>
a)	boiler conversion	10,800
b)	fuel oil	93,600
c)	bldgs and site	
	i) bldgs $245 \text{ m}^2 \times \$23.00/\text{m}^2 = \$ 5,640$	
	ii) site	
	<u>Labour</u>	1,700
	<u>Materials</u>	<u>4,080</u>
	Total cost	11,420
	Depr. at 5%	570
	Maint. at 5%	570
	Interest at 4%	<u>460</u>
		1,600
		1,600
d)	baling equipment	
	$45,000 \times \$0.54$	= 24,300

/e) baling

- e) baling and handling labour
 $45,000 \times \$1.86 = 83,700$
 $83,700 \text{ manhrs} \times \$0.22/\text{manhr} = 18,410$
- f) wire
 $45,000 \times \$.285/\text{ton} = \underline{12,830}$
Total, items a) to f) $\$ 161,540$
- g) interest on stored bagasse
average amount stored = 30,000 tons
Cost of bagasse baled:

1/2 boiler conversion	= 5,400
1/2 fuel oil	46,800
baling station and site	1,600
baling equipment	24,300
baling labour	18,410
wire	<u>12,830</u>
	$\$ 109,340$

Unit cost = $\frac{109,340}{45,000} = \$ 2.43/\text{ton}$
 $30,000 \times \$2.43 = \$72,900$ actual cost of average amount of bagasse stored
 $72,900 \times .08 = 5,830 = \underline{5,830}$
Total items a) to g) $167,370$
- h) insurance
 $109,340 + 5,830 = \$ 115,170$
Unit cost = $\frac{115,170}{45,000} = \$2.56/\text{ton}$
 $30,000 \times \$2.56 = \$76,800$ actual cost of average amount of bagasse to be insured
 $76,800 \times .015 = \underline{1,150}$
Total, all items $168,520$
Unit cost = $\frac{168,520}{90,000} = \$1.87/\text{ton}$

/Summary

Summary (Mexico)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	10,800	6.4
b)	93,600	55.6
c)	1,600	0.9
d)	24,300	14.4
e)	18,410	10.9
f)	12,830	7.6
g)	5,830	3.5
h)	<u>1,150</u>	<u>0.7</u>
	168,520	100.0

5. PERU

Grinding season: 225 days: Tons bagasse to be consumed fresh: 67,500;
 tons to be consumed baled = 22,500. Tons baling rate = $\frac{22,500}{225} =$
 100 tons/day

	<u>US\$ Dollars</u>
a) boiler conversion	8,100
b) fuel oil	134,250
c) baling station	
i) bldgs	
From graph 3, Appendix IX at 100 tons/day,	
170 m ² required	
170 x \$27.50	= 4,680
ii) site	
<u>Labour</u>	1,470
<u>Materials</u>	<u>4,000</u>
Total cost	10,150
Depr. at 5%	510
Maint. at 5%	510
Interest at 4%	<u>410</u>
Capital cost	1,430
d) baling equipment	1,430

/From graph

From graph 2, at 100 tons/day = \$0.98/ton

$$22,500 \times \$0.98 = 22,050$$

e) baling and handling labour

From graph 1, at 1, at 100 tons/day = 2.82 manhrs/ton

$$22,050 \times 2.82 = 62,180 \text{ manhrs}$$

$$62,180 \times \$0.097/\text{manhr} = 6,030$$

f) wire

$$22,500 \times \$0.285 = \underline{6,410}$$

Total, items a) to f) 178,270

g) interest on stored bagasse

average amount stored = 18,750 tons

Cost of bagasse baled:

$$1/4 \text{ boiler conversion} = 2,030$$

$$1/4 \text{ fuel} = 33,560$$

$$\text{baling station and site} = 1,430$$

$$\text{baling equipment} = 22,050$$

$$\text{baling labour} = 6,030$$

$$\text{wire} = \underline{6,410}$$

$$= \$71,510$$

$$\text{Unit cost} = \frac{71,510}{22,500} = \$3.18/\text{ton}$$

18,750 x \$3.18 = 59,630 actual cost of average amount
of bagasse stored

$$59,630 \times .08 = \underline{4,770}$$

Total items a) to g) \$ 183,040

h) insurance

$$71,510 + 4,770 = \$ 76,280 \text{ actual cost of bagasse stored}$$

$$\frac{76,280}{22,500} = \$ 3.39/\text{ton}$$

/18,750

18,750 x \$3.39 = \$ 63,560 actual cost of average amount of
bagasse to be insured

63,560 x .015 = 950

Total, all items 183,990

Unit cost = $\frac{183,990}{90,000} = \$2.04/\text{ton}$

Summary (Peru)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	8,100	4.4
b)	134,250	73.0
c)	1,430	0.8
d)	22,050	12.0
e)	6,030	3.2
f)	6,410	3.5
g)	4,770	2.6
h)	<u>950</u>	<u>0.5</u>
	183,990	100.0

6. VENEZUELA

Average grinding season: 75 days. Tons bagasse to be consumed fresh:

22,500; tons to be consumed baled = 67,500. Baling rate =

$\frac{67,500}{75} = 900 \text{ tons/day}$

	<u>US\$ Dollars</u>
a) boiler conversion	16,200
b) fuel oil	143,250
c) baling station	
i) bldgs	
From graph 3, Appendix Ia, at 900 tons/day = 307 m ² required	
307 x \$80/m ²	\$ 24,560
ii) site	
<u>Labour</u>	

$$23,800 \text{ man hrs} \times \text{P}45/\text{man hr.} = 10,710$$

Materials

$$4,760 \text{ m}^3 \times \text{P}7.00/\text{m}^3 = \underline{33,320}$$

$$\text{Total cost} \quad \text{P}68,590$$

$$\text{Depr. at 5\%} \quad 3,430$$

$$\text{Maint. at 5\%} \quad 3,430$$

$$\text{Interest at 4\%} \quad \underline{2,740}$$

$$\text{Capital cost} \quad 9,600 = 9,600$$

d) baling equipment

$$67,500 \times \text{P}513 = 34,630$$

e) baling and handling labour

$$103,280 \text{ man hrs} \times \text{P}67/\text{man hr.} = 69,200$$

f) wire

$$67,500 \times \text{P}285 = \underline{19,240}$$

$$\text{Total, items a) to f)} \quad \text{P}292,120$$

g) interest on stored bagasse

$$\text{average bagasse stores} = 41,250 \text{ tons}$$

Cost of bagasse baled:

$$3/4 \text{ boiler conversion} = 12,150$$

$$3/4 \text{ fuel oil} \quad 107,440$$

$$\text{baling station and site} \quad 9,600$$

$$\text{baling equipment} \quad 34,630$$

$$\text{baling labour} \quad 69,200$$

$$\text{wire} \quad \underline{19,240}$$

$$\text{P}252,260$$

$$\text{Unit cost} = \frac{252,260}{67,500} = \text{P}3.74/\text{ton}$$

41,250 x P3.74 = 154,280 actual cost of average amount of bagasse stored

$$154,280 \times .08 = \underline{12,340}$$

$$\text{Total, items a) to g)} \quad \$304,460$$

h) insurance

$$\$252,260 + 12,340 = \$264,600 \text{ actual cost of bagasse stored}$$

$$\text{Unit cost} = \frac{264,600}{67,500} = \$3.92/\text{ton}$$

$$41,250 \times \$3.92 = \$161,700 \text{ actual cost of average amount of}$$

bagasse to be insured

$$161,700 \times .015 = \underline{2,430}$$

$$\text{Total, all items} \quad \$306,890$$

$$\text{Unit cost} = \frac{\$306,890}{90,000} = \$3.41/\text{ton}$$

Summary (Venezuela)

	<u>US\$</u>	<u>%</u>
a)	16,200	5.3
b)	143,250	46.7
c)	9,600	3.1
d)	34,630	11.3
e)	69,200	22.5
f)	19,240	6.3
g)	12,340	4.0
h)	<u>2,430</u>	<u>0.8</u>
	\$306,890	100.0

Case B (Summary)

"Substitute" bagasse for 50-ton pulp mill

BAGASSE CONSUMED FRESH DURING GRINDING SEASON, BUT IN
BALED FORM THROUGHOUT THE REST OF THE YEAR

	Argentina		Brazil		Cuba		Mexico		Peru		Venezuela	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
a) boiler conversion	10,800	1.7	10,800	1.6	16,200	3.1	10,800	6.4	8,100	4.4	16,200	5.3
b) substitute fuel	468,000	74.2	540,000	82.5	334,500	63.4	93,600	55.6	134,250	73.0	143,250	46.7
c) baling, sta, & site	3,610	0.6	6,390	1.0	9,070	1.7	1,600	0.9	1,430	0.8	9,600	3.1
d) equipment	24,300	3.8	24,300	3.7	34,630	6.6	24,300	14.4	22,050	12.0	34,630	11.3
e) labour	87,890	13.9	37,670	5.8	89,850	17.0	18,410	10.9	6,030	3.2	69,200	22.5
f) wire	12,830	2.0	12,830	2.0	19,240	3.6	12,830	7.6	6,410	3.5	19,240	6.3
g) int. on bagasse	19,920	3.2	19,010	2.9	20,330	3.9	5,830	3.5	4,770	2.6	12,340	4.0
h) insurance	3,940	0.6	3,760	0.5	4,000	0.7	1,150	0.7	950	0.5	2,430	0.8
Totals	631,290	100.0	654,760	100.0	527,820	100.0	168,520	100.0	183,990	100.0	306,890	100.0
Unit cost US\$/ton	7.01		7.28		5.86		1.87		2.04		3.41	

Comparison of bagasse costs

US\$/ton

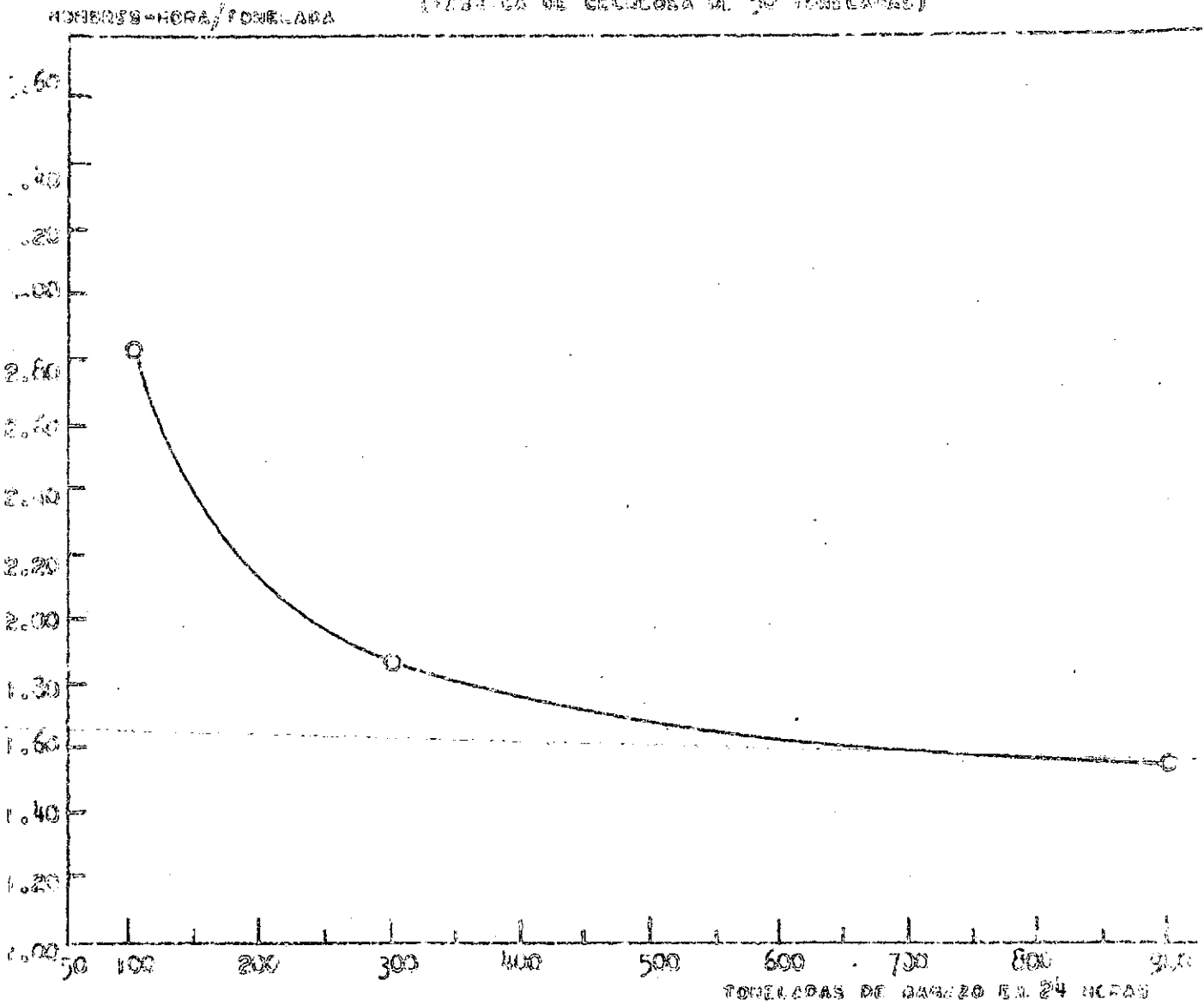
Case A and Case B

50-ton pulp mill

Country	Duration of grinding season	(a)	(b)	(c)	(d)
		100% on baled bagasse	On fresh and on baled	(a) - (b)	Percentage saving on (a) $\frac{(c)}{(a)} \times 100$
Argentina	150 days	8.14	7.01	1.13	13.9
Brazil	150 "	8.00	7.28	0.72	9.0
Cuba	75 "	6.37	5.86	0.51	8.0
Mexico	150 "	2.42	1.87	0.55	22.7
Peru	225 "	2.64	2.04	0.60	22.7
Venezuela	75 "	3.84	3.41	0.43	11.2

FIG. 1

RELACION ENTRE LA CANTIDAD DE BAGAZO POR EMPAQUE EN 24 HORAS Y LAS HORAS-HOMAS COMPLETADAS EN EL EMPAQUE Y MANIPULACION DEL BAGAZO (FABRICA DE CELULOSA DE 50 TONELADAS)



BAGAZO CON 50 POR CIENTO DE HUMEDAD

NOTA: VELOCIDAD CONSTANTE DE DESMONTAJE: 167 TONELADAS EN 24 HORAS (BAGAZO SECAO AL AIRE, O CON 10 % DE HUMEDAD)

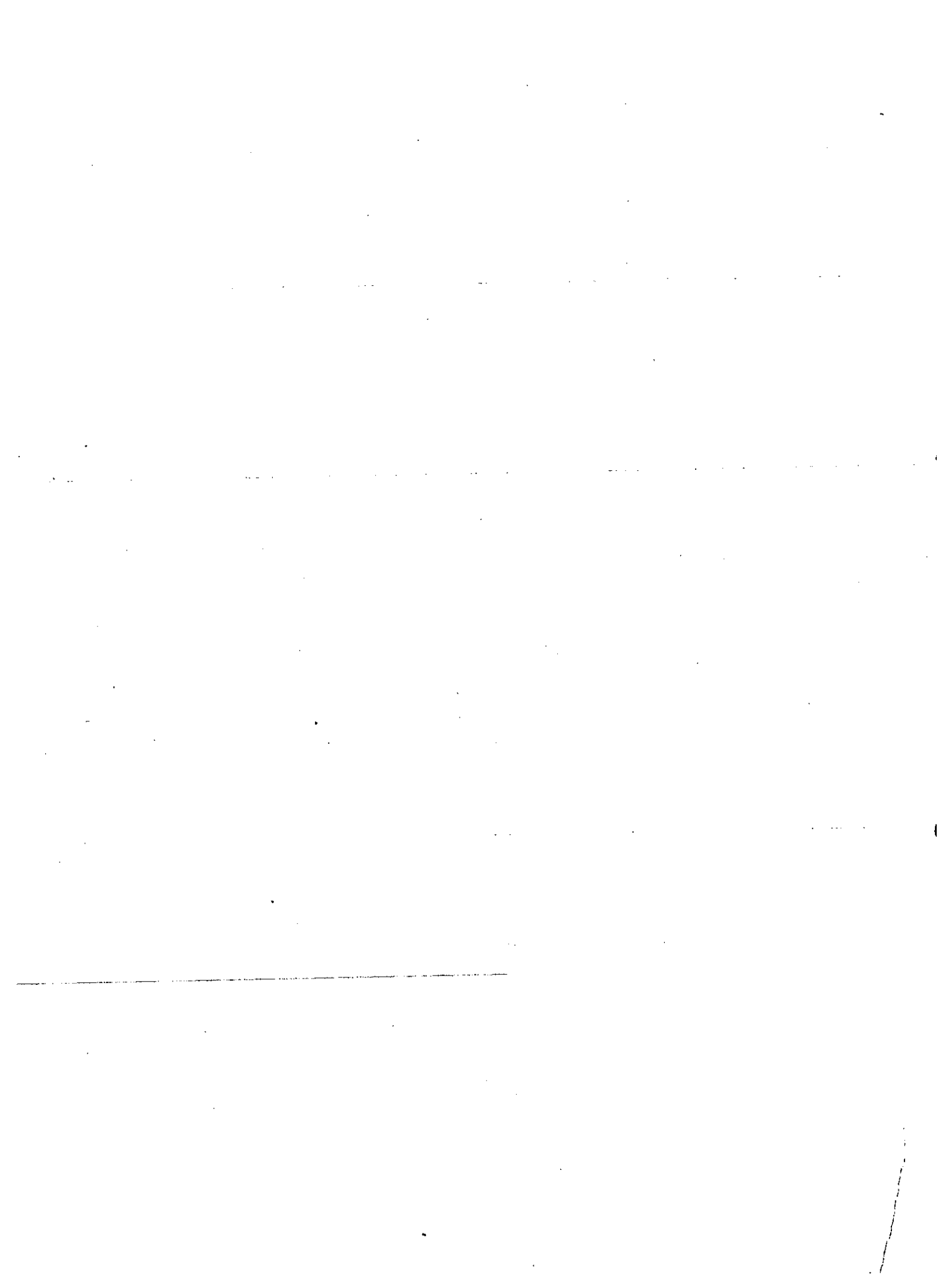
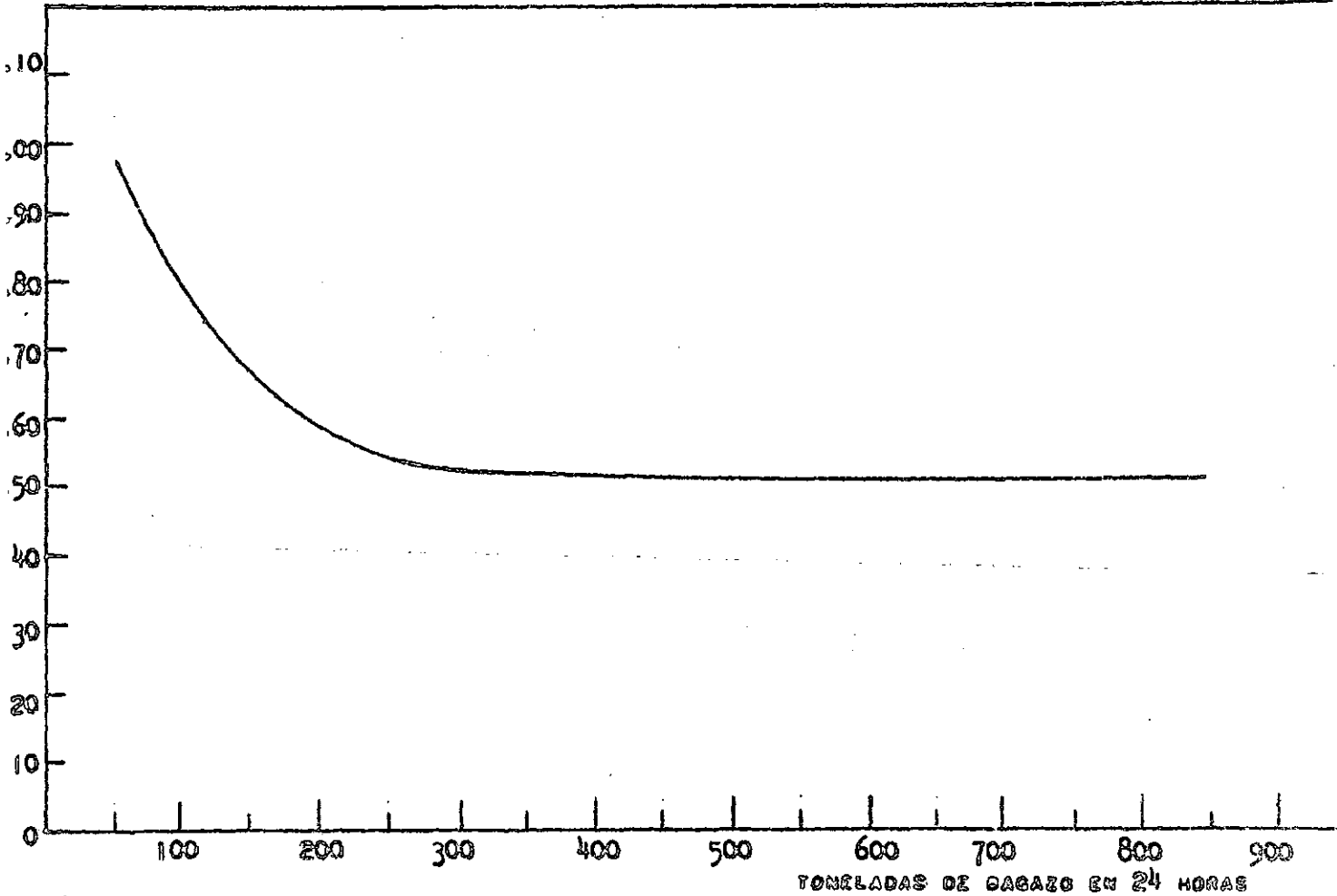


GRAFICO 2

RELACION ENTRE LA CANTIDAD DE BAGAZO POR ENFARDAR EN 24 HORAS ^{1/}
Y EL COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE AL EQUIPO PARA ENFARDAR
(FABRICA DE CELULOZA DE 50 TONELADAS)

COSTO DE INVERSION CORRESPONDIENTE AL
EQUIPO PARA EL ENFARDADO
US\$ POR TONELADA DE BAGAZO



^{1/} BAGAZO CON 50% DE HUMEDAD

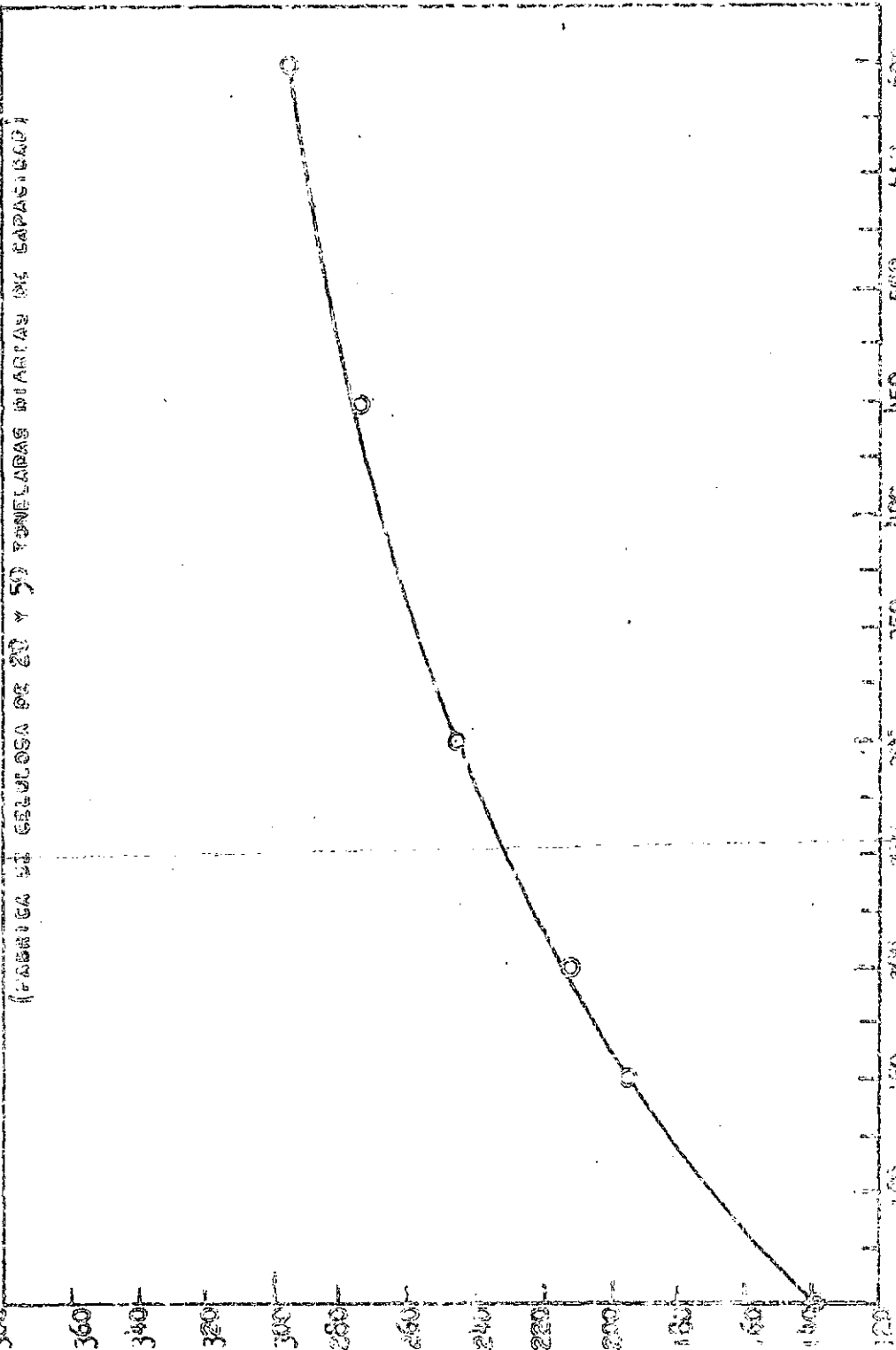
NOTA : VELOCIDAD CONSTANTE DE DESENTORRAMIENTO : 167 TONELADAS EN 24 HORAS (BAGAZO SECADO AL AIRE, O CON 10 POR CIENTO DE HUMEDAD)



GRAFICO 3

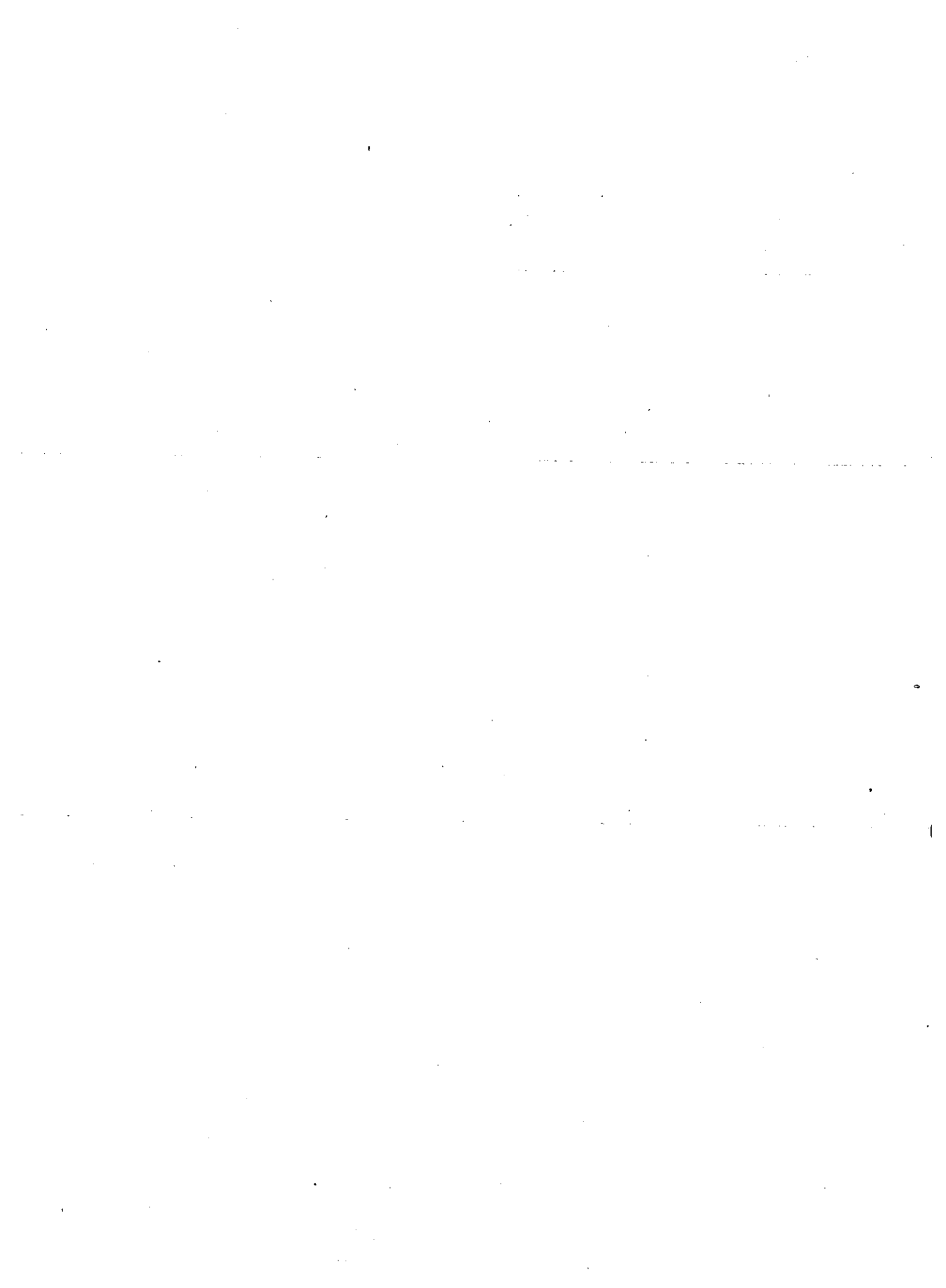
RELACION ENTRE LA CANTIDAD DE HAZO POR EMPAQUETAR EN 24 HORAS Y LA SUPERFICIE NECESARIA PARA LA INSTALACION ENFARDADORA 1/

300 SUPERFICIE EN METROS CUADRADOS



(FABRICA DE CELULOSA DE 20 Y 50 TONELADAS DIARIAS DE CAPACIDAD)

1/ La línea de datos suministrada en el presente informe (reservado) y el gráfico adjunto son de carácter informativo y no representan una recomendación de la OEA. Se han estimado las cifras correspondientes a las condiciones que las compañías en ese estudio.



APPENDIX XI: SIX CASE STUDIES: BASIC TABLES

- Table 1.- Existing bagasse pulp and paper mills in Latin America.
- Table 2.- Sugar mills operating in the province of Tucuman (1953).
- Table 3.- Sugar mills operating in the State of Sao Paulo, Brazil.
- Table 4.- Data relating to seven sugar mills operating in the province of Camaguey, Cuba.
- Table 5.- Assessment of the bagasse surplus/deficit situation in the six countries surveyed.
- Table 6.- Availability of chemicals, fuel oil, power and water in the six countries surveyed.
- Table 7.- Cost of chemicals in the six countries surveyed.
- Table 8.- Cost of fuel oil, power, labour, and construction, and interest on capital, in the six countries surveyed.

EXISTING BAGASSE PULP AND PAPER MILLS IN LATIN AMERICA

Country	Name of company	Location	Type of mill	Raw material		Fuel used	Chemicals	Process	Bleaching	Capacity	End product
				Procurement	Pith separation						
ARGENTINA	Celulosa Argentina	1. Capitan Bermudez near Rosario ^{1/}	Integrated	From independent sugar mills in Tucumán area.	Yes (dry method)	Oil	Own electrolytic plant	Caustic soda-chlorine (Celdecor)	Yes	75 tons/day	In admixture with sulphate (bleached) pulp made in same mill for light bonds, magazine & heavy book papers
		2. Tucumán	Integrated	Do.	None	Oil		Modified soda process	None	6,000 tons/year	In admixture with waste paper and unbl. Kraft for wrapping and bagging paper
BRAZIL	Refinadora Paulista	Monte Alegre, near Piracicaba, State of Sao Paulo	Integrated	From company's own sugar mill in close proximity	Yes (dry method)	Oil & some wood (eucalyptus)	Own electrolytic plant	Caustic soda-chlorine (Celdecor)	Yes	Expected soon to reach about 50 tons/day	In admixture with small quantity bl. sulphite for light bonds to heavy bookpaper ^{2/}
COLOMBIA	Cartón Colombia	Near Cali	(Details not known. The mill produces a small quantity of bagasse pulp for admixture with imported pulp in the manufacture of board)								
MEXICO	Compañía Industrial San Cristóbal	Ecatepec near Mexico City	Integrated	From independent sugar mills in Zacatepec region ^{3/}	Yes (wet method in specially designed equipment ^{4/})	Oil	Caustic soda obtained by causticizing sodium carbonate brines from nearby lake waters	Mechanical	None	27/30 tons	Wet unbleached pulp for mills in Mexico City & so bagging & wrapping papers in admixture with unbl. Krafts.
	Fábrica de Celulosa El Filar	Ayotlán, very close to Mexico City ^{5/}	Non Integrated	From independent sugar mills ^{3/}	Yes (dry method)	Oil	Own electrolytic plant	Caustic soda-chlorine (Celdecor)	Yes	25 tons/day	Mill sells its output to an existing mill to produce bond type papers
PERU	W.R. Grace	Paramonga	Integrated	From company's own sugar mill in close proximity ^{6/}			Own electrolytic plant	Modified sulphate process	None	12,000 to 15,000 tons per year	In admixture with imported pulp and waste paper for wrapping, bagging & corrugating papers
	Celulosa Papeles del Norte S.A.	Cayalti, near Chiclayo	Integrated	Direct from adjacent sugar mill ^{7/}	None			^{8/}		3,000 tons per year	Coloured wrapping papers

1/ This mill normally operates with wheat straw and wood but uses bagasse on occasion.
 2/ Also sells moist pulp to other paper makers of Sao Paulo. 3/ The company has paid for boiler conversion to fuel oil firing for those mills furnishing it with supplies of bagasse. It also pays for the fuel oil consumed, maintains baling stations at the sugar mills and pays for transportation of the bagasse to pulp mill site. 4/ Equipment is being installed to make a pith-molasses feed. 5/ In course of erection and nearly completed. 6/ The bagasse is used both in fresh condition from the sugar mill and/or in air dry condition, after baling and storage. 7/ The mill is designed to operate on fresh run-of-the-mill bagasse without depithing or storing it. 8/ The process used is one developed and patented by Sr. Pedro Nestros.

Table 2
SUGAR MILLS OPERATING IN THE PROVINCE OF TUCUMAN
(1953)

M i l l	Cane ground in tons	Bagasse produced a/ 1,000 metric tons	
1	Aguilares	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	57.9
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	Ñuñeros	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 per cent moisture content.

Table 3
SUGAR MILLS OPERATING IN STATE OF SAO PAULO, BRAZIL
(1953-1954 season)

M i l l	Cane ground metric tons	Bagasse produced ^{a/} metric tons
1 Azucareira da Serra	41,800	10,800
2 Albertina	28,300	7,300
3 Amalia	214,100	55,200
4 Anhumas	34,600	8,900
5 Azanha	39,600	10,200
6 Barbacena	159,900	41,200
7 Barra Grande	61,600	15,900
8 Barreirinho	55,000	14,200
9 Belavista	62,600	16,100
10 Bao Vista	85,700	22,100
11 Bomfim	52,400	13,500
12 Bom Jesus	57,200	14,700
13 Bom Retiro	57,300	14,800
14 Campestre	31,900	8,200
15 Catandura	25,800	6,600
16 Chibarro	8,800	2,300
17 Costa Pinto	213,400	55,000
18 Da Barra Rhodia	-	-
19 Da Barra, S.A.	261,800	67,400
20 Da Pedra	169,800	43,700
21 Das Palmeiras	92,800	23,900
22 De Cilio	164,700	42,400
23 Diamante	68,000	17,500
24 Ester	285,700	73,600
25 Furlan	29,100	7,500
26 Indiana	19,100	4,900
27 Iracema	342,000	88,100
28 Itaiquara	117,300	30,200
29 Itaquere	92,300	23,800
30 Jao	-	-
31 Junqueira	398,300	102,600
32 Lambari	24,000	6,200
33 Maluf	5,100	1,300
34 Maracai	16,800	4,300
35 Maria Isabel	25,500	6,600
36 Marrinópolis	29,300	7,500
37 Miranda	82,000	21,100
38 Modelo	99,500	25,600
39 Monte Alegre	249,600	64,300
40 N.S. Aparecida - B.C.	81,700	21,000
41 N.S. Aparecida - V.O.	123,600	31,800
42 Nova América	27,000	7,000
43 Paredao	80,700	20,800
44 Perdigao	38,600	9,900

^{a/} 50 per cent moisture content.

(continued next page)

Table 3 (continued)

Mill	Cane ground metric tons	Bagasse produced metric tons		
45 Piracicaba	268,200	69,100		
46 Porto Feliz	256,400	66,000		
47 Rafard	232,800	60,000		
48 Santa Adelaide	92,200	23,800		
49 Santa Adelia	49,400	12,700		
50 Santana - FSG & IR	12,800	3,300		
51 Santana - LV & CIA	30,200	7,800		
52 Santa Bárbara	225,900	58,200		
53 Santa Carlota	-	-		
54 Santa Clara	38,100	9,800	<u>1949-50</u>	4,196,000 1,080,900
55 Santa Cruz	90,600	23,300	<u>1950-51</u>	4,750,400 1,223,700
56 Santa Cruz, S.A.	56,600	14,600	<u>1951-52</u>	5,721,200 1,473,800
57 Santa Elisa	120,300	31,000	<u>1952-53</u>	6,651,700 1,713,500
58 Santa Elena	128,200	33,000		
59 Santa Lidia	68,500	17,600		
60 Santa Lina	30,400	7,800		
61 Santa Lucia - Is.	28,900	7,400		
62 Santa Lucia - S.A.	86,000	22,200		
63 Santa Teresinha	34,900	9,000		
64 Santo Alexandre	7,200	1,900		
65 Santo Antonio - AB	66,800	17,200		
66 Santo Antonio, S.A.	29,100	7,500		
67 Sao Bento	27,200	7,000		
68 Sao Carlos	36,400	9,400		
69 Sao Franc ^o Ltd.	36,500	9,400		
70 Sao Franc ^o LRO	140,000	36,100		
71 Sao Francisco S.A.	52,100	13,400		
72 Sao Geraldo	82,700	21,300		
73 Sao Gerónimo	30,200	7,800		
74 Sao Joaq.	249,200	64,200		
75 Sao Jorge	46,800	12,100		
76 Sao José - IJJA.	7,700	2,000		
77 Sao José - LD	28,900	7,400		
78 Sao José - S.N.T.	-	-		
79 Sao José - Z.L.	72,500	18,700		
80 Sao José DA CATCH.	-	-		
81 Sao Luiz - B.R.	30,800	7,900		
82 Sao Luiz - S.A.	25,500	6,600		
83 Sao Manoel	49,100	12,600		
84 Sao Maitinho	201,200	51,800		
85 Sao Vicente	123,400	31,800		
86 Schimidt	47,600	12,300		
87 Tabajara	60,200	15,500		
88 Tamadupá	53,600	13,800		
89 Tamoió	427,500	110,100		
90 Varjao	43,900	11,300		
91 Vassununga	164,000	42,200		
92 Zanin	41,900	10,800		
93 Guraniture	3,500	900		
94 Maringá	-	-		
95 Pouco Alegre	14,700	3,800		
96 Santa Maria	29,300	7,500		
97 Santa Rosa	18,000	4,600		
98 Sao Domingo	1,900	500		
99 Storani	-	-		
Total	8,254,500	2,126,400		

Table 4

DATA RELATING TO SEVEN SUGAR MILLS OPERATING IN
PROVINCE OF CAMAGUEY, CUBA, 1953

M i l l	Cane ground 1,000 metric tons	Bagasse produced <u>a/</u> 1,000 metric tons
1 Adelaida	332.7	83.0
2 Cunagua	546.1	136.5
3 Jarouí	881.1	220.5
4 Lugareño	425.2	106.3
5 Morón	990.6	247.7
6 Senado	394.0	98.5
7 Violeta	<u>588.2</u>	<u>147.1</u>
Total	4,157.9	1,039.6

a/ 50 per cent moisture content.

Table 5
ASSESSMENT OF BAGASSE SURPLUS
DEFICIT SITUATION IN THE SIX COUNTRIES SURVEYED

Country	Relating to Steam Requirements		Relating to Steam Generation	R e m a r k s
	Ratio refined sugar produced/total sugar produced	Ratio litres alcohol produced/tons total sugar produced		
Argentina a/ (Province of Tucumán)	0.45	130	i) Practically all (99.5%) of bagasse produced is burned as fuel, plus. ii) 0.38 tons of wood/ton of sugar produced is burned as <u>additional fuel</u> . iii) 0.031 tons of fuel oil/ton of sugar produced is burned as <u>further additional fuel</u> .	i) Somewhat high average steam requirements, and no surplus of bagasse but rather a deficit. ii) Need for additional fuels accounted for by the large proportion of sugar refined and of alcohol manufactured per ton of total sugar produced.
Brazil b/ (State of Sao Paulo)	0.13	173	i) All the bagasse produced is burned as fuel. ii) The practice of burning wood is fairly prevalent. iii) Some mills find it necessary to purchase electric power from an outside source.	Indications point to an overall deficit of bagasse for steam raising though a lower one than that in the case of Tucuman (above).
Cuba c/	0.10	0.97	i) Except in the case of "mills with refinery", no additional fuels of any kind are generally required at "plain sugar mills". (save extremely small amounts of fuel oil at some mills for starting up. ii) Some "plain sugar mills" could with their present equipment easily show small bagasse surplus, solely by taking greater care in steam usage and providing economic justification were found.	i) Indications of a small overall bagasse surplus. ii) Since economic justification to "save" bagasse is generally not found, mills with potential surplus find it preferable to dispose of excess bagasse in their boiler plant which consequently are operated to act in the double capacity of bagasse-burning boilers and surplus bagasse incinerators.
Mexico	No details were obtained regarding distribution of total sugar production (into raw and refined grades) or of alcohol manufacture. Additional fuel consumption over and above bagasse for some mills was said to be of the order of 8 to 18 kg. per ton of cane ground which is approximately equivalent to 0.08 to .18 tons fuel oil/ton sugar produced.			
Peru d/	0.23	28 e/	No general impression or data were obtained regarding the question of bagasse surplus, deficit, or additional fuel requirements in sugar mill operations.	
Venezuela	No detailed information obtained as to distribution to total sugar production (into raw and refined grades) or of alcohol manufacture. Specific data regarding a single mill that refines all the raw sugar it produces showed an additional fuel consumption of about 0.18 tons fuel oil per ton total sugar.			

a/ From analysis of data available for all 27 individual mills which operated in the province of Tucuman during 1953.

b/ From production statistics covering a total of 99 sugar mills which were in operation in the State of Sao Paulo during 1953.

c/ Based on data relating to 161 mills in operation in 1952.

d/ From statistics for sugar production in 1952.

e/ 1953 ratio: $\frac{\text{litres alcohol produced}}{\text{total sugar produced}}$ (at sugar mills and elsewhere).

Table 6

AVAILABILITY OF CHEMICALS, FUEL OIL, POWER AND WATER IN THE SIX COUNTRIES SURVEYED

Item	Argentina	Brazil	Cuba	Mexico	Peru	Venezuela
Alum	Available from Buenos Aires	Imported	Imported	Local supply	Imported	Imported
Caustic soda		Local supply limited. Importation necessary	Imported	Local supply limited. Importation necessary		Imported
Chlorine		Local supply limited. Importation necessary	Imported		Local excess supply. Exports to neighbouring countries.	
Limestone	(Good quality) from Cordoba	Abundant from Minas Gerais	Local supply	Local supply	Local supply	Abundant
Quicklime	(San Juan)					local supply
Salt	Good quality from salt beds in Cordoba Province	At present good quality obtainable only from distant N.E. part of country.	Local supply	Good quality local supply.	Local supply	Local supply
Sodium carbonate	Imported	Local supply limited. Importation necessary	Imported	Imported	Imported	Imported
Sodium sulphate	Good quality from natural deposits in San Juan Province	Local supply limited. Importation necessary	Local supply	Imported	Imported	Imported
Sulphur		Imported	Imported	Local supply	Local supply	Imported; very small local production.
Power	None available for the moment. 24,000 Kw plant projected	Electrification programme under way but unlikely power available within next 5 yrs	None available	Generally none available	Generally none available	Generally none available
Water	Good supply. (rivers)	Good supply (rivers)	Problematic (probably from wells at all locations)	Probably from rivers (under ground supplies also said to be plentiful)	Great shortage. Supply problem likely to be acute	Adequate supplies at most locations (lake or river)
Fuel oil	From province of Salta. (High price)	Imported. (High price)	Imported (High price)	Local supply (cheap)	Local and imported (Cheap)	Local supply (Cheap)

TABLE 7
COST OF CHEMICALS IN THE SIX COUNTRIES SURVEYED

Cost per metric ton

	Argentina		Brazil		Cuba		Mexico		Peru		Venezuela	
	(See Note 1)		(See Note 2)		\$1 = 1 Pesos		\$1. = 12.5 Pesos		\$1 = 20.- Soles		\$1. = 3.35 Bs.	
	Pesos	Dollars	Cruzeiros	Dollars	Pesos	Dollars	Pesos	Dollars	Soles	Dollars	Bolívars	Dollars
Salt Cake	400	32.00	1,800 (parity)	56.25	47.-	47.00	690	55.20	1,660	83.00	273	81.49
	Local, from natural deposits in San Juan		Some locally produced, small amt. imported		Local				Imported		Imported	
Salt	185	14.80	1,000 (parity)	31.25	27.50	27.50	200	16.00	100	5.00	70	20.90
	Local		Local, from Northeast		Local		Local		Local		Local	
Caustic Soda	1,235	98.80	5,000 (parity)	156.25	100.-	100.-	1,000	80.00	1,750	87.50	300	89.55
	Local, from Celulosa Argentina, at Rosario; also imported		Conversion at parity		Imported; some local		Both local and imported				Imported	
Soda Ash	745	59.60	5,000 (III)	93.46	75.-	75.-	790	63.20	1,620	81.00	250	74.63
	Imported		Imported, some local		Imported		Local and imported		Imported		Imported	
Limestone	65	5.20	200 (parity)	6.25	5.-	5.00	-	-	-	-	-	-
	Local		Local		Local							
Quicklime	420	33.60	700 (parity)	21.87	30.-	30.-	70	5.60	500	25.00	42	12.54
	Local		Local, from Minas		Local		Local. Slaked lime at 110 Pesos, also local				Local	
Sulphur	1,020	81.60	3,300 (III)	61.68	39.-	39.00	763	53.00	1,700	85.00	230	68.65
	Local, from Salta		Imported		Imported		Local				Imported	
Alum	1,135	90.80	6,000 (III)	112.15	105.-	105.00	650	52.00	1,020	51.00	-	-
	Local, from Buenos Aires		Imported		Imported		Local					
Chlorine	735	58.80	9,000 (parity)	281.25	355	355.00	6,000	480.00	4,640	232.00	1,050	313.43
	Local, from Celulosa Argentina, at Rosario		Imported; some local; Conversion at parity		Local		Local and imported		Local (W.R. Grace)		Imported	

Notes (1) Conversion of Argentine Pesos to U.S. dollars calculated at the parity rate of 12.50 pesos per U.S. dollar. The par rate of exchange is that which appears in the Economic Survey of Latin America, 1952, in the note on methodology on page 33, applicable for 1950. For 1953, the par rate of exchange was multiplied by the quotient of the cost of living indices for Argentina and the United States for that year. The quotient of 12.35 thus obtained was rounded out to 12.50 to facilitate the calculations. (2) Conversions of Brazilian Cruzeiros to U.S. dollars were made at the following rates: for imported products: Category I (fuel oil) 24.00 Cr/dollar; Category II (Wood pulp for paper-making) 32.7 Cr/dollar; Category III (Soda ash, Alum, Sulphur, Machinery) 53.5 Cr/dollar; Category IV (Salt Cake) 81.6; Category V (Caustic Soda, chlorine) 119.8 Cr/dollar. Products manufactured locally were converted at the parity rate of 32.00 Cr/dollar. For Caustic soda and chlorine conversions were made at parity rate.

Table 8

COST OF FUEL OIL, POWER, LABOUR AND CONSTRUCTION AND INTEREST ON CAPITAL, IN THE SIX COUNTRIES SURVEYED

	Argentina		Brazil		Cuba		Mexico		Peru		Venezuela	
	See Note 1, page 1 Pesos	Dollars	See Note 2, page 1 Cruzeiros	Dollars	\$ 1 = 1 pesos Pesos	Dollars	\$ 1 = 12.5 pesos Pesos	Dollars	\$ 1 = 20.- soles Soles	Dollars	\$ 1 = 3.35 Blvrs. Blvrs.	Dollars
Fuel Oil (metric ton)	390.-	31.20	860	36.00	22.30	22.30	78	6.24	179	8.95	32	9.55
	Local, controlled by Government		Imported		Imported		Local		Local, also imported		Local	
Electric power (1,000 kw-h)	425	34.00	300	9.38	28	28.00	150	12.00	120	6.00	No data	
	Not enough immediately available for industrial uses. Power plant of 24,000 kw in project		None available for industrial projects. Shortage to be prolonged.		None available for industrial projects. Shortage to be prolonged.		No data on availability. Rates vary greatly. Figure shown is an estimated average.		None available for industrial projects. Figure shown is cost of power produced at Paramonga		None available for industrial projects.	
Other fuels	102	8.16	-	-	-	-	-	-	-	-	Natural gas. Cost 1,000 m ³ at 9.00 k-cal at Valencia = 50 Bs.	
	Wood, price delivered at mill site, per metric ton.		Eucalyptus wood for fuel available. No price data available.									
Labour costs (for pulp and paper mill personnel; figures include "social benefits" of all kinds; per man-hour:												
a) unskilled labour	12.35	0.99	11.15	35	0.75	0.75	2.50	}	1.93	}	2.25	
b) helpers	12.83	1.03	-	-	-	-	2.80					
c) operators	14.00	1.12	17.75	55	0.98	0.98	3.15					
	basic rate = 57% benefits = 43% Total 100%		basic rate = 93% benefits = 7% Total 100%		basic rate = 76% benefits = 24% Total 100%		Figures quoted include benefits. No data on percentage of benefits in total wages		Basic rate = 65% benefits = 35% Total 100% Lodging provided free of cost by sugar mill.		Figures includes benefits. No data on percentage of benefits in total wages.	
per month:												
a) foremen	3,325	266.00	-	-	240	240.-	1,500	}	4,000	}	No data	
b) assistants to department heads	7,450	596.00	7,000	220	485	485.-	2,700					
	basic rate = 57% benefits = 43% Total 100%		basic rate = 93% benefits = 7% Total 100%		Basic rate = 89% benefits = 11% Total 100%		Figures quoted include benefits. No data on percentage of benefits in total salaries.		Figures quoted includes benefits.		..	

Notes: Argentina: In Argentine, the working hours are 6 per day for the pulp and paper industry. Brazil: Figures shown take into consideration latest minimum wage legislation, as applying to Sao Paulo. Wages are converted at the rate of 32 Cruzeiros to the dollar. Cuba: Figures shown are for prevailing rates in existing paper mills. Wages and salaries in the sugar industry are higher. Mexico: These figures are apt to be increased soon as result of recent devaluation.

(Continued in next page)

Table 8 continued

	Argentina		Brazil		Cuba		Mexico		Peru		Venezuela	
	Pesos	Dollars	Cruzeiros	Dollars	Pesos	Dollars	Pesos	Dollars	Soles	Dollars	Bs.	Dollars
	See Note 1, page 1		See Note 2, page 1		\$ 1 = 1 pesos		\$ 1 = 12.5 pesos		\$ 1 = 20.00 Sol.		\$ 1 = 3.35 Bs.	
<u>Building Materials</u>												
a) cement (ton)	500	40.00	1,700	53.10	32	32.00	160	12.80	343	17.15		
b) crushed stone (cu.m.)	24	1.92	200	6.25	6	6.00	15	1.20	41	2.05		
c) sand (cu.m.)	-	-	80	2.50			15	1.20	25	1.25		
d) reinforcing bars (ton)	2,850	228.00	13,000 Local	409.00	132	132.00	1,490	119.20	2,350	117.50		
e) structural steel (ton)	3,240	259.00	11,000(III)	205.61	220	220.00	1,800	144.00	3,800	190.00		
f) bricks (sizes as individually shown) (thousands)	300 (no inform. on size)	24.00	1,000 (30x20x10 cm.)	31.25	25 (27x13x7 cm.)	25.00	130 (27x13x6 cm.)	10.40	220 (24x12x7,5 cm.)	11.00		
g) lumber (thous and lumber feet)	2,500	200.00	3,570	111.56	170	170.00	850	68.00	2,400	120.00		
h) estimated over- all industrial construction (sq. metre)	-		2,500	78.12	60	60.00	295	23.00	550	27.50		
<u>Wages, construc- tion, per hour (benefits incl.)</u>												
a) common labour	6.-	0.48	10.-	0.31	0.38	0.38	1.28	0.10	3.06	0.15		
b) bricklayer	6.78	0.54			0.69	0.69	2.06	0.16	3.64	0.18		
c) full brick- layer(mason)	7.66	0.61	18.-	0.56	1.00	1.00	2.29	0.18	5.11	0.26		
d) carpenter	7.66	0.61					3.05	0.24	5.11	0.26		
Transport	<u>Tucuman-Bs.Aires</u> rail: 20 pesos /ton maximum truck: 45 pesos/ ton maximum		Up to 200 kms. out side Sao Paulo (average) rail: 200 Cr/ton.		No data		No data		No data			
Interest on Capital (Long term loans)	9-10%		10-1/2%		7% (Banco de Fomento Agrícola e Indus- trial de Cuba)		9-10%		10%		5-6%	

