

NACIONES UNIDAS



CONSEJO  
ECONOMICO  
Y SOCIAL



LIMITADO

ST/ECLA/Conf.23/L.26  
Enero de 1966

ORIGINAL: ESPAÑOL

SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE INDUSTRIALIZACION

Organizado conjuntamente por la Comisión  
Económica para América Latina y el Centro  
de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas  
Santiago de Chile, 14 al 25 de marzo de 1966

PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO  
PRIMARIO EN AMERICA LATINA Y POSIBILIDADES  
DE INTEGRACION REGIONAL

Preparado por el Consultor Ingeniero  
Armando P.P. Martijena para la Secretaría  
de la Comisión Económica para América Latina



INDICE

	<u>Página</u>
INTRODUCCION .....	1
Capítulo I. PRODUCCION Y CONSUMO APARENTE DE ALUMINIO PRIMARIO .....	3
1. Producción .....	3
2. Exportaciones mundiales .....	7
3. Importaciones mundiales .....	10
4. Conclusiones generales sobre producción, exportaciones e importaciones .....	11
5. Consumo aparente .....	12
6. Precios del lingote de aluminio primario .....	24
7. Comentarios sobre las probables tendencias mundiales .....	26
8. Proyecciones de la demanda para América Latina .....	30
Capítulo II. TECNOLOGIA DEL ALUMINIO .....	35
A. GENERALIDADES .....	35
B. LA BAUXITA .....	35
1. Importancia .....	35
2. Composición .....	36
3. Impurezas .....	38
4. Dureza .....	38
5. Laboreo .....	38
6. Beneficio del mineral .....	42
7. Características del producto obtenido .....	44
C. OBTENCION DE LA ALUMINA .....	46
1. El procedimiento Bayer .....	46
2. El procedimiento combinado .....	57
3. Procedimientos al ácido .....	58
4. El procedimiento Pedersen .....	59
5. Otros procedimientos .....	59

/D. REDUCCION

	<u>Página</u>
D. REDUCCION DE LA ALUMINA .....	60
1. Celdas o cubas electrolíticas .....	60
2. Anodos .....	62
3. Baños y procedimientos químicos .....	64
4. Tratamiento de los gases del ánodo .....	65
5. Otros antecedentes relacionados con el procedimiento .....	65
6. Insumos .....	66
7. Aspectos económicos de la producción .....	69
E. EVOLUCION PROBABLE DE LA TECNOLOGIA DEL ALUMINIO .....	71
1. Elaboración de la alúmina .....	71
2. Reducción de la alúmina .....	72
Capítulo III. DISPONIBILIDADES Y PRECIOS DE LAS MATERIAS PRIMAS Y OTROS INSUMOS EN AMERICA LATINA .....	75
A. BAUXITA .....	75
1. Producción y explotaciones .....	75
2. Reservas de bauxita en América Central y América del Sur .....	78
3. Los precios de la bauxita .....	86
B. ALUMINA .....	87
C. COMBUSTIBLES .....	91
1. Carbones minerales .....	91
2. Petróleo y gas natural .....	93
3. Energía eléctrica .....	93
D. CARBONATO DE SODIO Y SODA CAUSTICA .....	107
E. FLUORURO DE ALUMINIO Y SODIO (CRIOLITA SINTE- TICA), CRIOLITA NATURAL, FLUORURO DE ALUMINIO Y FLUORURO DE CALCIO .....	108
1. Fluoruro de aluminio y sodio (criolita sintética) .....	108
2. Fluoruro de aluminio .....	109
3. Fluoruro de calcio .....	109

	<u>Página</u>
F. MATERIALES PARA ANODOS Y CATODOS .....	109
1. Sistema de precocido .....	110
2. Sistema Soderberg .....	112
G. LOS TRANSPORTES Y SUS PRECIOS .....	113
Capítulo IV. OBTENCION DEL ALUMINIO PRIMARIO EN AMERICA LATINA: SITUACION ACTUAL Y POSIBILIDADES FUTURAS .....	117
A. COMENTARIOS GENERALES .....	117
B. ESTIMACION DE COSTOS EN PLANTAS HIPOTETICAS LOCALIZADAS EN EL BRASIL .....	119
1. Extracción de la bauxita .....	119
2. Lavado y secado del mineral .....	126
3. Obtención de la alúmina y localización de la planta industrial .....	130
4. Obtención del aluminio primario y locali- zación de la planta de reducción .....	144
5. Conclusiones técnico-económicas generales sobre el desarrollo de la industria del aluminio en el Brasil .....	163
C. PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO EN OTROS PAISES LATINOAMERICANOS ....	166
1. Argentina .....	166
2. Chile .....	177
3. México .....	181
4. Perú .....	183
5. Venezuela .....	184
6. Otros países latinoamericanos .....	186
Capítulo V. LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO EXISTENTE Y LAS POSIBI- LIDADES DE SU INTEGRACION REGIONAL .....	187
A. CONSIDERACIONES GENERALES .....	187
B. ANALISIS DE LAS DIVERSAS POSIBILIDADES DE INTEGRACION DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO .....	190

	<u>Página</u>
C. CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LAS PERSPECTIVAS DE INTEGRACION REGIONAL DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO .....	210
D. DISCUSION PRELIMINAR SOBRE LOS MEDIOS INSTITUCIONALES QUE DEBERAN EMPLEARSE PARA ESTABLECER UNA INDUSTRIA REGIONALMENTE INTEGRADA .....	212

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. PRODUCCION MUNDIAL DE BAUXITA, ALUMINA Y ALUMINIO PRIMARIO, 1950-1962 .....	4
Cuadro 2. PARTICIPACION DE ALGUNOS PAISES SELECCIONADOS EN LA PRODUCCION MUNDIAL DE BAUXITA, ALUMINA Y ALUMINIO .....	5
Cuadro 3. INTERCAMBIO MUNDIAL DE ALUMINIO PRIMARIO .....	8
Cuadro 4. PRODUCCION Y EXPORTACION MUNDIAL DE ALUMINIO PRIMARIO DE LOS PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES, INDICANDO PAISES DE DESTINO .....	9
Cuadro 5. CONSUMO APARENTE DE ALUMINIO PRIMARIO, 1950-63 ..	14
Cuadro 6. CONSUMO DE ALUMINIO PRIMARIO POR HABITANTE EN LOS PAISES DE AMERICA LATINA Y PRODUCTORES PRINCIPALES, 1950-63 .....	15
Cuadro 7. CONSUMO APARENTE DE ALUMINIO Y CRECIMIENTO DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL EN ALGUNOS PAISES, 1956-61.	16
Cuadro 8. EL INSUMO DE ALUMINIO PRIMARIO Y LOS INDICES ECONOMICOS CORRESPONDIENTES A ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA, 1950-63 .....	17
Cuadro 9. PRECIO DEL LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO EN ALGUNOS PAISES PRODUCTORES SELECCIONADOS .....	25
Cuadro 10. PROYECCIONES DE LA DEMANDA DEL CONSUMO DE ALUMINIO EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA ....	33
Cuadro 11. INTERCAMBIO MUNDIAL DE BAUXITA .....	76
Cuadro 12. RESERVAS DE BAUXITA EN AMERICA LATINA .....	77
Cuadro 13. ALGUNOS PRECIOS DE LA BAUXITA .....	88
Cuadro 14. INTERCAMBIO MUNDIAL DE ALUMINA, 1960 .....	89
Cuadro 15. ALGUNOS PRECIOS DE LA ALUMINA .....	90
Cuadro 16. CUADRO GENERAL DE PRECIOS C.I.F. PLANTAS HIPO- TETICAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE COSTO ....	96

	<u>Página</u>
Cuadro 17. ESTIMACION DEL COSTO DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN ALGUNAS CENTRALES HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS EN AMERICA LATINA .....	100
Cuadro 18. ESTIMACION DEL MONTO DE LAS DEPRECIACIONES ANUALES EN DISTINTAS CENTRALES HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA..	101
Cuadro 19. AMORTIZACION DE LOS PRESTAMOS A LARGO PLAZO EN DISTINTAS CENTRALES HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA ...	102
Cuadro 20. MARGENES DE CREDITO BANCARIO, CORRESPONDIENTES A EMPRESAS DEDICADAS A LA EXPLOTACION DE CENTRALES HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA .....	104
Cuadro 21. ESTIMACION DE LAS NECESIDADES DE CAPITAL CIRCULANTE EN DISTINTAS CENTRALES HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA .....	105
Cuadro 22. GASTOS DE PUERTO POR CARGA Y DESCARGA .....	115
Cuadro 23. BRASIL: DETALLE DE LOS INSUMOS PARA LA EXTRACCION Y TRANSPORTE, HASTA LA PLANTA DE LAVADO Y SECADO, DE 50 000 TONELADAS ANUALES DE MINERAL PRIMARIO PRESELECCIONADO .....	124
Cuadro 24. BRASIL: COSTOS ESTIMADOS DE PRODUCCION Y TRANSPORTE DEL MINERAL PRIMARIO PRESELECCIONADO (BAUXITA) HASTA LA PLANTA DE LAVADO Y SECADO, PARA DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES .....	125
Cuadro 25. BRASIL: DETALLE Y COSTO DEL PERSONAL NECESARIO PARA LA TRIPURACION, LAVADO Y SECADO DE 50 000 TONELADAS DE MINERAL PRIMARIO SELECCIONADO (BAUXITA) ..	128
Cuadro 26. VARIACION DE LOS COSTOS DE GENERACION DE 1 TONELADA DE VAPOR EN CENTRALES DE DIFERENTE CAPACIDAD ANUAL	132
Cuadro 27. BRASIL: DETALLE Y COSTO DEL PERSONAL NECESARIO PARA LA OBTENCION ANUAL DE 25 000 TONELADAS DE ALUMINA .	133
Cuadro 28. BRASIL: COSTO DE ELABORACION DE LA ALUMINA EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES .....	135
Cuadro 29. BRASIL: DETALLE Y COSTO DEL PERSONAL NECESARIO PARA LA OBTENCION DE 12 500 TONELADAS DE LINGOTE DE ALUMINIO .....	138
Cuadro 30. BRASIL: INVERSIONES EN PLANTAS INTEGRADAS PRODUCTORAS DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO DE DIFERENTE CAPACIDAD ANUAL .....	148

	<u>Página</u>
Cuadro 31. BRASIL: AMORTIZACION DE LOS PRESTAMOS A LARGO PLAZO EN PLANTAS INTEGRADAS PRODUCTORAS DE ALUMINIO DE DIFERENTE CAPACIDAD INSTALADA .....	150
Cuadro 32. COSTO DE ELABORACION DEL LINGOTE DE ALUMINIO, EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES. (SISTEMA DE PRECOCIDO) .....	152
Cuadro 33. MARGENES DE CREDITO BANCARIO CORRESPONDIENTE A UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALUMINIO, EN PLANTAS INTEGRADAS DE DIFERENTE CAPACIDAD INSTALADA .....	154
Cuadro 34. NECESIDADES DE CAPITAL CIRCULANTE CORRESPONDIENTES A UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALUMINIO, EN PLANTAS INTEGRADAS DE DIFERENTE CAPACIDAD INSTALADA .....	155
Cuadro 35. RESÚMEN DE LA DISTRIBUCION DE LA FUERZA DE TRABAJO EN UNA PLANTA INTEGRADA, CON UNA CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCION DE 12 500 TONELADAS DE LINGOTE DE ALUMINIO .....	158
Cuadro 36. DISTRIBUCION DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO GENERAL EN UNA PLANTA INTEGRADA CON UNA CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCION DE 12 500 TONELADAS DE LINGOTE DE ALUMINIO .....	159
Cuadro 37. BRASIL: COSTO DE ELABORACION DEL LINGOTE DE ALUMINIO, EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES (SISTEMA SODERBERG) .....	160
Cuadro 38. COSTOS DE ELABORACION DEL LINGOTE DE ALUMINIO, PARTIENDO DE ALUMINA IMPORTADA, EN PLANTAS HIPOTETICAS INSTALADAS EN PAISES DE AMERICA LATINA (PROCEDIMIENTO SODERBERG) .....	168
Cuadro 39. COSTO DE ELABORACION DEL LINGOTE DE ALUMINIO, PARTIENDO DE ALUMINA IMPORTADA, EN PLANTAS HIPOTETICAS DE DIFERENTE CAPACIDAD, UBICADAS EN PUERTO MONTT, PUNTA ARENAS Y PUERTO MADRYN (PROCEDIMIENTO SODERBERG) .....	173
Cuadro 40. COSTOS DE PRODUCCION DE 200 000 TONELADAS DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO, EN UNA PLANTA INTEGRADA INSTALADA EN POÇOS DE CALDAS .....	192
Cuadro 41. ESTIMACION DEL PRECIO PATRON DE IMPORTACION DE UNA TONELADA DE ALUMINIO EN PUERTO DE ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA .....	194
Cuadro 42. CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS POR TONELADA DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO, EN PUERTO DE DESTINO DE DIVERSOS PAISES LATINOAMERICANOS .....	197
Cuadro 43. INVERSIONES CORRESPONDIENTES A DISTINTAS POSIBILIDADES DE COMPLEMENTACION REGIONAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO ...	199



	<u>Página</u>
Cuadro 44. COSTOS DE PRODUCCION DEL LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO, EN UNA PLANTA HIPOTETICA DE PRODUCCION DE ALUMINA DE 100 000 TONELADAS, INSTALADA EN VENEZUELA .....	201
Cuadro 45. CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS POR TONELADA DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO, EN PUERTO DE DESTINO DE DIVERSOS PAISES LATINOAMERICANOS .....	202
Cuadro 46. CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS POR TONELADA DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO, EN PUERTO DE DESTINO DE DIVERSOS PAISES LATINOAMERICANOS .....	205
Cuadro 47. CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS POR TONELADA DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO EN PUERTO DE DESTINO DE ALGUNOS PAISES LATINOAMERICANOS, 1985 .....	209



## INTRODUCCION

El presente trabajo constituye un enfoque parcializado y preliminar del desarrollo de la metalurgia del aluminio primario en algunos países de América Latina y de las perspectivas que ofrece la integración de dicha actividad en el marco regional.

La falta de antecedentes estadísticos suficientemente detallados con respecto a la demanda de cada país, y a los precios de varios importantes factores de producción obligó, por un lado, a centrar el análisis en el ciclo básico, es decir, en el que termina con la producción del lingote de aluminio primario, excluyendo el correspondiente a su posterior transformación, y por el otro, a establecer una serie de supuestos que permitieran medir el probable impacto económico originado por el proceso técnico en tan importante sector de la actividad.

Un enfoque más amplio, que incluya la industria de transformación y terminado, donde tantas innovaciones tecnológicas se han introducido, podrá modificar, en alguna medida, las conclusiones a que arriba este trabajo. La mayor integración vertical de actividades acentuaría aún más el efecto de las economías de escala observado en el ciclo básico, ya que la utilización económica de trenes de laminación y equipos de fundición continuos y de procesos de forja directa, mediante unidades de gran peso a alta velocidad, exige alcanzar elevados volúmenes anuales de producción.

Pareció ineludible la aplicación de un método de valorización que determine las economías de costo y de inversión que podría resultar del desarrollo de esta industria en varios países. Para aplicar tal método, fue necesario suplir la falta de información con supuestos que podrán ser ratificados o rectificadas mediante estudios complementarios más detallados y amplios, que abarquen también a la industria de transformación del lingote primario.

A pesar de su carácter preliminar, el estudio llega a conclusiones que, aunque tienen análogo carácter, muestran las ventajas económicas que el desarrollo de la metalurgia del aluminio reportará a ciertos países de la región. Como tales conclusiones resultan como consecuencia de la aplicación general de una metodología basada en precios y costos, fue posible enfocar las perspectivas del desarrollo en el marco regional y,

/consecuentemente,

consecuentemente, determinar los lugares geográficos en los cuales parece conveniente concentrar los recursos de todo orden para obtener de ellos las máximas ventajas económicas, - y también analizar algunas probables soluciones de integración de la industria. En la definición de las eventuales soluciones para cada país y de las posibilidades de complementación, se tuvo en cuenta fundamentalmente, consideraciones de carácter técnico-económico que se basan en la extensión del mercado más allá de los límites políticos de cada país.

El estudio comienza con un análisis de la oferta y la demanda en cada país, para considerar luego las perspectivas de esta última. En un capítulo siguiente se considera la tecnología del aluminio a lo largo del ciclo que se inicia con la explotación de los yacimientos mineros. La descripción de las reservas de materias primas, materiales y servicios esenciales con que cuentan los países de América Latina, realizada en otro capítulo, se utilizó como punto de partida para aplicar el método de valorización que permitió ponderar el panorama futuro de la industria en algunos países y establecer y analizar probables alternativas de integración regional.

Finalmente, el trabajo aborda en forma general y preliminar, el aspecto relacionado con los medios institucionales a utilizar en el marco regional, para fomentar aquella integración.

Aunque los estudios complementarios al comienzo modifiquen las conclusiones preliminares a que se arriba, el trabajo habrá contribuido, por lo menos, a estimularlos, abriendo un camino para la discusión y solución de un problema industrial de actualidad.

## Capítulo I

### PRODUCCION Y CONSUMO APARENTE DE ALUMINIO PRIMARIO

#### 1. Producción

Durante el período 1950-1962, la producción mundial de aluminio primario aumentó en un 232.4 por ciento, pasando de 1 510 000 a 5 020 000 toneladas, lo que representa un crecimiento medio anual de un 18 por ciento, (véanse los cuadros 1 y 2). Correspondió a los Estados Unidos y Canadá una participación preponderante en la oferta global, aunque su producción, que en el año 1950 significó el 67 por ciento aproximadamente del total mundial, perdió preponderancia a lo largo del período de tal manera que en 1962 aquel porcentaje disminuyó a 50.7. Europa occidental y oriental aumentaron, en cambio, su participación en la oferta, ya que de 16.3 y 14.6 por ciento del total, respectivamente, en 1950, pasaron al 19.5 y 21.3 por ciento en 1962. Análogamente, los países del Lejano Oriente -- entre los que ocupa un papel preponderante el Japón, -- cuya producción global apenas representaba el 2 por ciento del total mundial, la elevaron sostenidamente para llegar al 6.3 por ciento en 1962.

Un examen más detenido de la evolución de la producción mundial de lingote de aluminio primario, indica que durante el quinquenio 1950-55 la tasa media fue notoriamente más elevada que la correspondiente a 1955-62.

Solamente dos países de América Latina han comenzado la producción de lingotes de aluminio: el Brasil y México. En 1945, la empresa Electroquímica Brasileira, S.A., inició la producción de lingotes de aluminio en una planta reductora ubicada en la región montañosa de Saramenha, cerca de Ouro Preto, en el Estado de Minas Gerais. Debido a dificultades financieras se paralizaron transitoriamente las actividades productoras hasta 1951, año en el que se reiniciaron bajo el control de la Companhia Alumínio do Brasil S.A. El ciclo industrial se cumple en una planta integrada, cuya capacidad actual es de alrededor de 14 000 toneladas anuales de lingotes, utilizando la bauxita extraída de yacimientos ubicados en una región cercana a la planta industrial.



Cuadro 1  
PRODUCCION MUNDIAL DE BAUXITA, ALUMINA Y ALUMINIO PRIMARIO, 1950-62  
(Miles de toneladas)

Año	América Central y Las Antillas <sup>a/</sup>	Argentina	Bolivia	Brasil	Colombia	Cuba	Chile	Ecuador	Guayana Británica <sup>b/</sup>	Guayana Francesa	Surinam	México	Paraguay	Perú	Uruguay	Venezuela	Africa	Europa occidental <sup>c/</sup>	Europa oriental <sup>d/</sup>	América del Norte <sup>e/</sup>	Oceanía	Lejano Oriente	Países no determinados	Total mundial
<u>Bauxita f/g/</u>																								
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952 <sup>h/</sup>	346	-	-	14	-	-	-	-	2 426	-	3 224	-	-	-	-	-	188	2 317	2 115	1 694	7	438	-	12 769
1953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954	3 117	-	-	20 <sup>i/</sup>	-	-	-	-	2 535	-	3 632	-	-	-	-	-	657	2 096	3 638	2 202	6	451	-	18 354
1955	2 904	-	-	49	-	-	-	-	2 381	-	3 374	-	-	-	-	-	648	1 557	4 467	1 963	8	614	-	17 965
1956	3 517	-	-	74	-	-	-	-	2 314	-	3 765	-	-	-	-	-	649	2 667	4 386	1 914	11	724	-	20 015
1957	5 375	-	-	63	-	-	-	-	2 219	-	3 649	-	-	-	-	-	604	3 040	4 651	1 554	7	748	-	21 910
1958	6 707	-	-	70	-	-	-	-	1 497	-	3 228	-	-	-	-	-	589	3 267	4 978	1 437	7	1 118	-	22 898
1959	6 847	-	-	97	-	-	-	-	1 662	-	3 705	-	-	-	-	-	494	3 232	5 209	1 837	35	1 632	-	24 750
1960	7 343	-	-	130	-	-	-	-	2 319	-	3 732	-	-	-	-	-	1 740	3 532	6 273	2 193	77	1 981	-	29 320
1961	8 204	-	-	106	-	-	-	-	1 777	-	3 730	-	-	-	-	-	1 708	3 708	7 283	1 806	78	2 083	-	30 483
1962	9 913	-	-	98	-	-	-	-	2 051	-	3 561	-	-	-	-	-	2 164	3 779	7 546	1 600	78	2 061	-	32 851
<u>Alúmina j/</u>																								
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1956	210	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	983	1 170	4 035	17	243	18	6 688
1957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	379	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 215	1 390	3 703	22	322	17	7 071
1959	405	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 307	1 685	4 296	27	487	-	8 243
1960	676	-	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185	1 376	1 919	4 529	30	564	-	9 313
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Aluminio primario k/l/</u>																								
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	246	221 m/	1 012	-	31	-	1 510
1951	-	-	-	0.4 n/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	359 h/	232 f/	1 165 h/	-	45 h/	-	1 801 h/
1952	-	-	-	1 h/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416	230 o/	1 303	-	43	94	2 027 h/
1953	-	-	-	1 h/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	374 p/	320 p/	1 631 p/	-	46 p/	-	2 450 p/
1954	-	-	-	1 h/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	429 p/	413 p/	1 893 p/	-	53 p/	42	2 776 p/
1955	-	-	-	1 h/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	535 h/	557 h/	1 972 h/	1 h/	72 h/	-	3 138 h/
1956	-	-	-	6 h/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	597	430 o/	2 086	10 h/	66	180	3 375 n/
1957	-	-	-	9 h/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	410 n/q/	500 n/q/	2 000 n/	12 h/	68 n/r/	366	3 365 n/
1958	-	-	-	9 h/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	432 n/q/	550 n/q/	1 995 n/	12 h/	84 n/r/	424	3 506 n/
1959	-	-	-	15 h/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	469 n/q/	650 n/q/	2 315 n/	12 h/	100 n/r/	503	4 064 n/
1960	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	836	881 m/	2 518	12	240	-	4 549
1961	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	907	1 016 m/	2 328	13	281	-	4 613
1962	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	978	1 069 m/	2 548	20	318	-	5 020
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	1 049	-	2 749	-	-	-	-

1934

1934

1934

1934

1934

1934

1934



Cuadro 2

PARTICIPACION DE ALGUNOS PAISES SELECCIONADOS EN LA PRODUCCION  
 MUNDIAL DE BAUXITA, ALUMINA Y ALUMINIO

País	Producción de bauxita en 1961 a/	Producción de alúmina en 1960 b/	Producción de aluminio pri- mario en 1962	Producción de aluminio secundario en 1962 c/ (miles de) toneladas
	Porcentajes			
Alemania (República Federal)	-	4.7	3.5	142.7
Alemania oriental	-	0.6	0.9 d/	-
Australia	-	-	0.4 d/	5.0
Austria	-	-	1.5	31.9
Canadá	-	11.0	12.5	7.7
Checoslovaquia	-	-	1.0	-
China	-	1.8	1.6 d/e/	-
Dinamarca	-	-	-	4.0
Estados Unidos	4.2	38.0	38.3	415.5
Francia	7.5	6.4	5.9	46.7
Grecia	4.4	-	-	-
Guayana Británica	8.2	-	-	-
Guinea	6.0	2.0	-	-
Hungría	4.6	2.3	1.0	-
Italia	-	2.4	1.6	56.0
Jamaica	23.0	7.3	-	-
Japón	-	3.8	3.4	68.3
Noruega	-	-	4.1	3.1
Países Bajos	-	-	-	5.5
Rolonia	-	-	1.0	-
Reino Unido	-	1.3	0.7 d/	131.8
Surinam	11.6	-	-	-
Unión Soviética	13.8	16.5	16.9	70.0
Yugoslavia	4.2	0.7	0.6 d/	-
Otros	-	-	5.1	13.9

Fuente: Comisión Económica para Europa, *The Present State of Competition between steel and alternative materials*  
 op. cit.

a/ Producción total: 29 millones de toneladas..

b/ Producción total: 10 millones de toneladas.

c/ Producción total: 1 002.1 miles de toneladas.

d/ Calculado según cifras de Aluminio del Canadá (ALCAN), diciembre 1963.

e/ Producción de Manchuria.

En 1956 entró en operación otra planta integrada perteneciente a la Compañía Brasileira de Aluminio, localizada en Mairinque, cerca de Sorocaba, en el estado de San Pablo, cuya capacidad de producción es actualmente de 20 000 toneladas de lingotes.

La Compañía S. A. de C. V. constituida en México al finalizar el año 1959, instaló una planta reductora de 20 000 toneladas de capacidad. Dicha planta es la más moderna de América Latina y está ubicada a 15 km de la ciudad de Veracruz, sobre la carretera a Jalapa. Utiliza alúmina importada de los Estados Unidos, que se transporta por ferrocarril desde las instalaciones de refinación ubicadas en Point Comfort, Texas.

Proximamente Venezuela entrará a formar parte de los países productores de aluminio en América Latina, con una planta reductora de alúmina del tipo convencional de celdas con una capacidad anual de 10 000 toneladas métricas. La alumina se traería de la planta de alúmina de le Reynolds en Corpus Cristi como así los electrodos que se traerían de otras plantas de le Reynolds en Estados Unidos. La planta quedará localizada en Santo Tomé de Guayanas en el Estado de Bolívar.

El análisis de las cifras contenidas en el cuadro 1 sobre producción mundial de bauxita, alúmina y aluminio, muestra el siguiente panorama:

a) América del Sur y América Central han tenido una significativa participación en la minería de la bauxita. En 1954, abastecieron el 50.7 por ciento de la demanda mundial de este mineral y, en 1962, el 47.7 por ciento. Africa, Europa oriental y el Lejano Oriente han prestado también una contribución francamente creciente.

b) Los centros más importantes de elaboración de la alúmina se ubican en las regiones fuertemente productoras de aluminio. En el quinquenio 1956-60 América Central transformó en alúmina alrededor del 13.7 por ciento de la bauxita extraída de los yacimientos locales. Puede concluirse, pues, que la bauxita concentrada por procesos físicos es sometida, en general, a largos transportes antes de su beneficio.

c) Las relaciones entre las cifras que miden la producción regional de bauxita, de alúmina y del lingote de aluminio, muestran que es mayor el volumen de aluminio primario que se fabrica en plantas que inician el ciclo industrial con la elaboración de alúmina a partir de bauxita importada.

/Esta circunstancia

Esta circunstancia queda corroborada por los porcentajes indicados en el cuadro 2, aunque corresponden a etapas referidas a diferentes años.

Con el auxilio de las cifras del cuadro 2, se llega a la conclusión de que en varios países fuertemente productores como Estados Unidos, Canadá, la República Federal de Alemania, etc., existe relación entre la producción de alúmina y de aluminio primario, cosa que no ocurre entre esta última y la de bauxita. Así, por ejemplo, Jamaica, Guayana Británica y Surinam,<sup>1/</sup> totalizaron el 42.8 por ciento de la producción mundial de bauxita en 1961, pero solamente participaron en 1960, con el 7.3 por ciento (Jamaica), del total de alúmina fabricada y no cuentan con producción local de aluminio. Las cifras de producción de aluminio secundario contenidas en el cuadro 2, permiten formarse una primera idea de la participación que el aluminio tiene en el consumo global de cada país. Vale la pena recalcar el caso del Reino Unido, que cuenta con escasa producción local de aluminio y ocupa el tercer lugar entre los países seleccionados, como productor de aluminio secundario.

## 2. Exportaciones mundiales

América del Norte, (Estados Unidos y Canadá) es la principal región exportadora de aluminio y muestra una participación creciente en el intercambio mundial. (Véanse los cuadros 3 y 4). En 1962, sus exportaciones totalizaron 463 800 toneladas, es decir, aproximadamente el 18.2 por ciento de la producción de la región, debiéndose aclarar que durante todo el lapso 1952-62, los volúmenes anuales exportados representaron entre el 14.3 y el 26.6 por ciento del mismo total. Canadá ocupa un lugar de privilegio como exportador dentro de la región ya que, durante ese período, las cantidades de aluminio primario exportado oscilaron entre 374 000 toneladas (1952) y 501 000 toneladas (1960). Los Estados Unidos, en cambio, recién alcanzó cifras de exportación significativas en los años 1960 (259 000 toneladas) y 1961 (116 000 toneladas); durante estos años,

---

<sup>1/</sup> Se encuentra en su fase final de construcción una planta integrada de aluminio cuya capacidad anual será de 40 000 toneladas.

Cuadro 3  
INTERCAMBIO MUNDIAL DE ALUMINIO PRIMARIO  
(Miles de toneladas métricas)

Regiones o países exportadores \ Regiones o países importadores		América Central	Argentina	Bolivia	Brasil	Colombia	Cuba	Chile	Ecuador	Guayanas		Sri-lanka	México	Paraguay	Perú	Uruguay	Venezuela	Africa	Europa occidental	Europa oriental	América del Norte	Oceanía	Lejano Oriente	Países no determinados
										Británica	Francesa													
Africa	1952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	13
	1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	6
	1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.2	-	0.1	-	-	-
Europa occidental	1952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	27
	1955	-	0.4	-	1.6	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	-	1.5	14.8	1.9	2.5	4.5
	1956	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13	-	-	22
	1960	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	-	-	36
	1961	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	70	-	-	25
	1962	-	2.6	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-	-	-	4.2	77.2	0.3	2.8
Europa oriental	1952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	-	-	-	0.3	6.3
	1956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	1
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	4
	1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	6
	1962	-	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.8	-	-	-	-	5.5
América del Norte	1952	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	1	247	-	-	5	-	10
	1955	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-	-	0.6	261.7	-	-	10.3	1.6	6.2
	1956	-	11	-	2	1	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	2	246	-	-	5	6	19
	1960	-	11	-	12	3	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	8	488	10	-	29	55	40
	1961	-	20	-	16	3	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	12	260	19	-	16	64	31
	1962	-	9.1	-	18.5	2.3	-	-	-	-	-	-	15.2	-	-	-	-	13.8	303.2	2.9	-	32.6	22.8	43.4

Fuente: Para los años 1952, 1956, 1960 y 1961 véase, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, El aluminio como industria de exportación (E/CONF.46/P/10); para los años 1955 y 1962 véase, Comisión Económica para Europa, STEEL/Working Paper N° 295/Add.2 (anexo), pág. 5, *op.cit.*

Cuadro 4

## PRODUCCION Y EXPORTACION MUNDIAL DE ALUMINIO PRIMARIO DE LOS PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES, INDICANDO PAISES DE DESTINO

(Miles de toneladas)

Países productores y exportadores	Producción b/						Países importadores a/																							
							Alemania (República Federal)						Estados Unidos						Francia						Japón					
	1952	1955	1956	1960	1961	1962	1952	1955	1956	1960	1961	1962	1952	1955	1956	1960	1961	1962	1952	1955	1956	1960	1961	1962	1952	1955	1956	1960	1961	1962
Alemania (República Federal)	101	137	147	169	173	178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Canadá	453	553	563	691	601	626	3	7	5	70	37	20	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	14	24	7
Estados Unidos	850	1 424	1 523	1 828	1 727	1 921	-	1	-	69	15	15	-	-	-	-	-	-	-	1	9	1	-	-	-	2	8	3	2	
Francia	106	130	150	235	279	295	-	-	-	-	-	-	-	-	10	34	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Noruega	51	75	93	165	178	206	-	-	-	-	-	-	-	12	13	26	35	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Reino Unido	29	25	28	29	33	35	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Unión Soviética	230	432	430	700	800	850	-	-	3	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Reino Unido						Unión Soviética						Africa						América Latina						Europa Occidental c/					
Alemania (República Federal)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Canadá	233	232	217	163	142	152	-	-	-	-	-	-	1	1	2	8	12	14	6	6	10	24	30	29	11	21	14	43	25	53
Estados Unidos	-	-	9	107	23	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	11	15	19	17	-	1	-	27	17	18
Francia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	6	3	-	-	-	-	-	-
Noruega	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Reino Unido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unión Soviética	-	4	5	8	7	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	18	2	3	17
	Europa oriental d/						Oceania						Lejano Oriente e/						Otros f/						Totales					
Alemania (República Federal)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	6	-	1	-	-	-	6
Canadá	-	-	-	1	11	2	5	10	5	23	11	21	-	2	3	29	22	5	115	178	206	126	128	217	374	460	462	501	442	520
Estados Unidos	-	-	-	9	8	8	-	-	-	6	5	12	-	-	1	4	15	9	-	1	7	5	10	22	1	6	31	259	116	137
Francia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9	21	12	45	66	58	9	22	13	57	106	86
Noruega	-	1	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2	33	41	65	112	111	116	35	62	80	138	146	172
Reino Unido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	5	-	4	-	-	-	5
Unión Soviética	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	37	33	57	76	80	-	41	59	68	86	116	

a/ Para los años 1952, 1956, 1960 y 1961, véase Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, El aluminio como industria de exportación, op. cit. Para los años 1955 y 1962 véase Comisión Económica para Europa, STEEL/Working Paper No 295/Add. 2, cuadro 6 del anexo. b/ Para los años 1952 y 1956 véase Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, El aluminio como industria de exportación, ibidem. Para el año 1955 véase Aluminio del Canadá (ALCAN), diciembre de 1963. Para los años 1960 a 1962 véase Comisión Económica para Europa, STEEL/Working Paper No 295/Add. 2, cuadro 3 del anexo. c/ Con excepción de Alemania occidental, Francia y Reino Unido que figuran aparte. d/ Con excepción de Unión Soviética, que figura aparte. e/ Con excepción del Japón que figura aparte. f/ Las exportaciones dentro de cada región están incluidas en "Otras".

sin embargo, importó significativos volúmenes anuales para satisfacer la demanda de su mercado interno.

Europa occidental ocupa el segundo lugar como región exportadora aunque debe señalarse que sus exportaciones, preferentemente destinadas a los Estados Unidos, adquirieron cierta importancia recién en los últimos años del período. Africa, (Camerún), aumentó también últimamente sus exportaciones a Europa occidental (Francia); en este caso, la totalidad de la producción de dicho país se destina a la exportación.

La corriente de exportaciones procedente de Norte América (especialmente del Canadá) satisfizo la creciente demanda de América Latina, ya que la participación en dicha corriente de la única restante región exportadora permanente, carece de significación.

En general, puede decirse que el Canadá desempeñó un papel de real importancia en las exportaciones mundiales de aluminio primario; éstas representan muy elevados porcentajes de la producción local, aunque debe recalcar que muestran una tendencia decreciente a lo largo del período 1952-61. Así, en el año 1952, las exportaciones alcanzaron al 82.6 por ciento de la producción local, porcentaje que descendió a 72.5 por ciento en 1960.

### 3. Importaciones mundiales

Europa occidental es el principal y creciente importador de aluminio primario, aunque corresponde señalar que estas importaciones han perdido importancia en relación con el incremento local de la producción de dicho metal. (Véanse nuevamente los cuadros 3 y 4). En 1952 totalizaron 247 000 toneladas, representando el 50.9 por ciento de la producción local; en 1962, en cambio, sólo alcanzaron al 39.1 por ciento de la producción correspondiente al año. La República Federal de Alemania y el Reino Unido son los principales países importadores de la región; en 1960, solamente de Canadá y Estados Unidos, dicha República importó 139 000 toneladas y el Reino Unido 270 000.

Norte América (Estados Unidos), ocupa el segundo lugar en la corriente de importaciones mundiales, siendo Europa occidental (Noruega y Francia), los principales abastecedores.

/América Latina

América Latina, Oceanía (Australia) y el Lejano Oriente (Japón), importaron aluminio primario en forma permanente, sobre todo desde el Canadá y los Estados Unidos.

De una manera general, puede concluirse que la corriente de importaciones mundiales de aluminio, si bien muestra algún aumento cuantitativo, está muy lejos de seguir las tendencias de crecimiento de la producción mundial del metal, lo que prueba que esta última, se desarrolló con vistas a satisfacer con preferencia la demanda de las industrias regionales de transformación y acabado.

#### 4. Conclusiones generales sobre producción, exportaciones e importaciones

En los capítulos siguientes, se hará un análisis más detenido sobre la falta de correlación entre los índices de producción regional de bauxita, alúmina y aluminio. Concretando ahora el comentario al aluminio primario, las escasas cifras disponibles, muchas de ellas estimadas, muestran que

a) La producción se ha desarrollado con preferencia en los países altamente industrializados. Tanto la alúmina como el aluminio, tienen como principales productores a los siguientes países: Estados Unidos, URSS, Canadá, Francia, la República Federal de Alemania, Noruega y Japón. Dentro de los países subdesarrollados que son los principales proveedores de bauxita (Jamaica, Surinam, Guayana Británica, etc.), actualmente Jamaica es la única productora de alúmina en gran escala, Surinam entrará a producir en muy corto plazo.

b) El intercambio mundial de bauxita es intenso y creciente: tiene, en cambio, menor importancia el comercio mundial de alúmina y de aluminio. Puede decirse que la producción regional del metal se orientó preferentemente a satisfacer la propia demanda. Canadá constituye la más importante excepción a lo expresado, ya que aproximadamente el 74 por ciento de las exportaciones correspondientes al año 1961, se canalizaron hacia países de otras regiones.

c) El centro de gravedad de la producción y de las exportaciones mundiales de aluminio primario está en los Estados Unidos y el Canadá. La tasa de crecimiento de la producción mundial disminuyó en los últimos

/años del

años del período 1952-62. Las exportaciones mundiales no crecieron de manera significativa evidenciando, en los principales países, una tendencia a absorber un porcentaje decreciente de la producción propia.

d). Europa occidental es la principal importadora de aluminio primario. Corresponde a la República Federal de Alemania y al Reino Unido la mayor participación en estas importaciones. Francia y Noruega son, en cambio, exportadores en cantidades significativas, debiéndose señalar que el grueso de sus exportaciones se canalizó hacia países de la misma región.

### 5. Consumo aparente

El aluminio penetró en el mercado con posterioridad al resto de los metales no ferrosos, y su demanda aumentó sostenidamente a medida que fueron comprobándose las ventajas técnicas que reportaba su empleo y al de sus aleaciones. Así, poco a poco, no sólo abarcó aquellos usos que están libres de competencia, sino que cumplió una notable penetración en lucha con el acero y con otros materiales. Es indudable que las condiciones locales de cada país, dan distinto peso a los factores técnico-económicos que gravitan en la elección de un material dado entre varios en competencia. Las relaciones entre la producción y el consumo aparente, el nivel de evolución tecnológica, los precios de los factores de producción, la disponibilidad y calidad de las materias primas, etc., son los que en definitiva establecen los niveles relativos de costos y precios de venta y el volumen de los bienes ofrecidos en un mercado competitivo, e inclinan a los usuarios a la elección. Así, por ejemplo, el desarrollo de la industria petroquímica o siderúrgica en un país dado, basado en la disponibilidad de materias primas de calidad y bajo precio, los costos de la energía eléctrica, etc., puede llegar a limitar en medida variable las posibilidades de penetración del aluminio en aquellos usos en los que compete con los plásticos o con el acero.

Las propiedades físicas de los materiales en competencia (es decir, para el caso comentado del aluminio; los plásticos, la madera, el acero, el hormigón pretensionado y el asbesto-cemento), los niveles de precios relativos, los costos de fabricación de los bienes finales, las exigencias

/de mantenimiento



de mantenimiento que aquellos materiales imponen a estos bienes, y las tasas de depreciación relativas, son factores de indudable gravitación en la demanda.

Algunos antecedentes estadísticos recopilados sobre el consumo del aluminio en algunos países de Europa occidental<sup>2/</sup> indican que aproximadamente un 50 por ciento corresponde a sectores industriales en que este material está en franca competencia con el acero (construcciones, industrias mecánicas, de bienes de consumo duradero doméstico, de transporte caminero, ferroviario y marítimo.) (Véanse los cuadros 5, 6, 7 y 8.).

Conductores de aluminio en líneas de alta tensión están sustituyendo a los conductores de cobre. En 1964, el uso de cables de aluminio para este fin aumentó en un 100 por ciento sobre el consumo de 1962. Esto representó el 20 por ciento del valor de los conductores consumidos en 1962. La industria automotriz en Estados Unidos está en vías de sustituir los radiadores de cobre por los de aluminio debido a exigencias técnicas (mayor presión) además de las de costo. Este rubro representa un consumo de 200 000 toneladas anuales de cobre.<sup>3/</sup>

La resistencia a la corrosión del aluminio, notoriamente mejorada con aleaciones adecuadas, su aptitud como conductor del calor y de la electricidad, su reducido peso por unidad de volumen, las facilidades que representa para las operaciones de instalación de los bienes obtenidos con él, etc., son ventajas técnicas que, para algunos usos, resultan afectadas por la escasa elasticidad, aislación y resistencia al calor y a la tensión, y por los elevados costos de procesamiento que representa con relación a otros materiales competitivos.

Las ventajas relativas que se derivan del precio de adquisición del aluminio primario, de la influencia que éste tiene en los factores de costo que inciden en la elaboración de los bienes finales y en las tasas de depreciación y en el mantenimiento de estos últimos, ha tenido gran

---

2/ ECE, Competition between steel and aluminium, Génova, (E/ECE/184).

3/ Departamento del Cobre, Chile.

Cuadro 5

## CONSUMO APARENTE DE ALUMINIO PRIMARIO, 1950-63

(Miles de toneladas)

Pais o región	Año	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
América Central	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Argentina <sup>a/</sup>	17.6	6.0	2.5	3.8	14.3	15.2	20.1	12.6	13.2	9.3	12.2	29.4	15.8	15.1	
Bolivia <sup>a/</sup>	0.1	-	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	
Brasil <sup>b/</sup>	11.4	21.3	14.2	15.4	22.0	12.6	25.3	29.3	30.8	31.9	31.3	42.5	55.0	57.2	
Colombia <sup>a/</sup>	2.5	2.6	1.4	2.9	3.8	4.5	6.7	4.0	4.0	4.7	5.5	6.8	9.0	8.3 <sup>c/</sup>	
Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Chile <sup>a/</sup>	0.8	0.8	0.9	0.6	1.3	1.6	1.3	1.1	2.2	1.3	2.5	2.4	2.1	5.6	
Ecuador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Guayana Británica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Guayana Francesa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Surinam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
México <sup>a/</sup>	5.6	6.9	4.0	6.8	6.2	11.5	9.3	9.9	13.4	11.4	15.0	14.3	23.4	23.8	
Paraguay	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Perú <sup>a/</sup>	0.8	0.9	0.7	0.9	1.0	1.6	1.7	1.7	1.5	1.5	2.3	3.0	2.7	3.0	
Uruguay <sup>a/</sup>	1.7	2.9	0.8	0.3	1.9	0.7	1.2	0.8	1.4	1.5	2.1	1.3	1.0	1.1	
Venezuela <sup>a/</sup>	13.9	6.9	8.9	9.9	11.6	9.1	13.5	11.7	17.1	20.2	12.3	13.4	11.2	10.8	
Africa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
América del Norte <sup>a/</sup>	873.2	-	1 048.0	-	-	-	1 692.0	-	-	-	1 645.0	1 894.0	2 193.2	-	
Europa occidental <sup>a/</sup>	360.0	-	561.0	-	-	-	834.0	-	-	-	1 243.0	1 121.0	1 211.2	-	
Europa oriental <sup>a/</sup>	242.6	-	225.0	-	-	-	380.0	-	-	-	888.0	730.0	1 038.6	-	
Lejano Oriente <sup>a/</sup>	26.6	-	33.0	-	-	-	66.0	-	-	-	175.4	185.0	315.4	-	
Oceanía <sup>a/</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.7	-	40.0	-	
<b>Total</b>	<b>1 556.8</b>	<b>-</b>	<b>1 900.5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3 051.4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4 073.5</b>	<b>4 043.3</b>	<b>4 918.8</b>	<b>-</b>	

<sup>a/</sup> Cifras de ALCAN redondeadas a miles de toneladas.

<sup>b/</sup> Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico, Mercado Brasileiro de Alumínio, 1946-57, septiembre de 1963; las cifras correspondientes a 1960 y 1962 se tomaron de Comisión Económica para Europa, STEEL/Working Paper N° 295/Add.2, página 6 del anexo.

<sup>c/</sup> Las cifras correspondientes a los años 1950, 1960 y 1962 se tomaron de Comisión Económica para Europa, STEEL/Working Paper N° 295/Add.2, página 6 del anexo; las correspondientes a 1952, 1956 y 1961, de E/CONF.46/P/10 op.cit.

<sup>d/</sup> Véase STEEL/Working Paper N° 295/Add.2, página 6 del anexo.

Cuadro 6

## CONSUMO DE ALUMINIO PRIMARIO POR HABITANTE EN LOS PAISES DE AMERICA LATINA Y PRODUCTORES PRINCIPALES, 1950-63

(Kilogramos por habitante)

País	Año	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
América Central		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Argentina <sup>a/</sup>		-	0.34	0.14	0.21	0.76	0.79	1.03	0.63	0.66	0.45	0.58	1.17	0.73	0.68
Bolivia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brasil <sup>a/</sup>		-	0.40	0.26	0.27	0.38	0.21	0.41	0.46	0.47	0.47	0.45	0.59	0.74	0.75
Colombia <sup>a/</sup>		0.22	0.22	0.11	0.23	0.30	0.33	0.48	0.28	0.27	0.31	0.36	0.43	0.55	0.49
Cuba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chile <sup>a/</sup>		0.13	0.13	0.14	0.09	0.20	0.24	0.19	0.15	0.30	0.17	0.33	0.31	0.26	0.68
Ecuador		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guayana Británica		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guayana Francesa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Surinám		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
México <sup>a/</sup>		-	0.25	0.14	0.24	0.21	0.38	0.29	0.30	0.40	0.33	0.43	0.38	0.61	0.60
Paraguay		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pará <sup>a/</sup>		-	0.11	0.08	0.11	0.11	0.18	0.19	0.18	0.16	0.15	0.23	0.29	0.25	0.27
Uruguay <sup>a/</sup>		0.77	1.30	1.24	0.13	0.81	0.30	0.51	0.33	0.58	0.61	0.84	0.52	0.39	0.43
Venezuela <sup>a/</sup>		2.79	1.34	1.67	1.78	2.00	1.50	2.14	1.78	2.50	2.85	1.68	1.77	1.43	1.33
Alemania (República Federal) <sup>b/</sup>		0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	5.4	5.2	-
Australia <sup>b/</sup>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	3.2	3.7	-
Canadá <sup>b/</sup>		4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	5.6	5.8	-
Estados Unidos <sup>b/</sup>		5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5	10.0	11.2	-
Francia <sup>b/</sup>		1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.7	4.4	5.0	-
Japón <sup>b/</sup>		0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	2.0	1.9	-
Noruega <sup>b/</sup>		2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1	5.7	7.4	-
Reino Unido <sup>b/</sup>		3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8	5.4	5.4	-
Unión Soviética <sup>b/</sup>		1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	3.5	3.4	-

<sup>a/</sup> Informaciones de ALCAN y CEPAL, Boletín Estadístico de América Latina, Vol. I, No 1, marzo de 1964.

<sup>b/</sup> Para los años 1950, 1960 y 1962, véase STEEL/Working Paper No 295/Add.2, página 6 del anexo; para el año 1961, véase E/CONF.46/P/10, op.cit. página 49.

Cuadro 7

## CONSUMO APARENTE DE ALUMINIO Y CRECIMIENTO DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL EN ALGUNOS PAISES, 1956-61

País	Años	Consumo de aluminio primario					Indice de crecimiento de la producción industrial						Indice de crecimiento del producto bruto interno						
		1956	1957	1958	1959	1960	1961	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1956	1957	1958	1959	1960	1961
Canadá <u>a/b/c/</u>		83.0	-	-	-	103.7	102.0	100	100	100	108	108	112	97.4	98.8	100	103.1	105.1	107.2
Estados Unidos <u>a/b/c/</u>		1 609.0	-	-	-	1 541.3	1 792.0	107	107	100	113	116	117	99.7	101.7	100	106.8	109.4	111.4
Unión Soviética <u>d/a/b/e/</u>		380.0	-	-	-	632.0	730.0	82	91	100	111	122	132	83.3	88.9	100	107.9	116.7	124.6
Reino Unido <u>a/b/e/</u>		281.0	-	-	-	359.5	284.0	99	101	100	105	112	114	98.1	99.8	100	103.7	108.4	110.9
Japón <u>f/</u>		66.0	-	-	-	150.5	185.0	86	99	100	120	149	178	91.0	100.0	100	118.0	134.0	154.0
Alemania (República Federal) <u>a/g/</u>		173.0	-	-	-	304.1	290.0	92	97	100	107	121	129	92.1	97.0	100	106.8	118.1	124.5
Francia <u>g/h/</u>		135.0	-	-	-	212.7	202.0	88	96	100	105	117	122	92.4	98.3	100	102.5	109.0	-
Argentina <u>i/</u>		20.1	12.6	13.2	9.3	12.2	24.9	90	95	100	88	96	108	93.0	97.4	100	94.8	98.7	104.4
Brasil <u>i/</u>		25.3	29.3	30.8	31.9	31.3	42.5	81	86	100	113	125	138	87.7	93.8	100	107.3	114.1	122.9
Colombia <u>i/</u>		6.7	4.0	4.0	4.7	5.5	6.8	92	97	100	108	115	119	95.5	97.6	100	106.9	111.4	116.5
Chile <u>i/</u>		1.3	1.1	2.2	1.3	2.5	2.4	98	102	100	112	99	101	89.1	95.1	100	100.6	102.7	105.2
México <u>i/</u>		9.3	9.9	13.4	11.4	15.5	14.3	89	94	100	109	117	121	90.9	96.6	100	102.6	108.6	-
Perú <u>i/</u>		1.7	1.7	1.5	1.5	2.3	3.0	96	104	100	108	136	149	94.0	90.6	100	112.4	116.9	126.6
Uruguay <u>i/</u>		1.2	0.8	1.4	1.5	2.1	1.3	106	112	100	109	125	128	101.1	102.7	100	93.9	100.2	102.7
Venezuela <u>i/</u>		13.5	11.7	17.1	20.2	12.3	13.4	82	94	100	115	113	112	88.4	98.7	100	107.8	109.8	111.2

a/ CEPAL, Producto bruto interno.

b/ Índice de producción industrial, Naciones Unidas, Current Economic Indicators, Vol. 4 N° 1, primer trimestre 1963.

c/ El índice de producción industrial incluye electricidad y gas, pero excluye construcción.

d/ Naciones Unidas, Statistical Yearbook, El índice de producción industrial incluye: pesca, explotación de bosques, distribución de agua, frigoríficos, procesamiento de películas cinematográficas, aire, vapor para calefacción y energía, pero excluye publicidad.

e/ El índice de producción industrial incluye servicios públicos y construcción.

f/ Naciones Unidas, Current Economic Indicators, Vol. 4 N° 1, primer trimestre 1963. Las cifras corresponden a: Producto nacional bruto y han sido tomadas en el índice con base 1958 = 100 a precios de 1955. El índice de producción industrial ha sido tomado con base 1958 = 100 e incluye servicios públicos, pero excluye construcción, vestido, imprenta y publicidad.

g/ Instituto Statistico Delle Comunità Europea, 1963, N° 4. El índice de producción industrial no incluye alimentación, bebidas ni tabaco y ha sido tomado con base: promedio 1955-1959 = 100.

h/ Producto bruto interno: Annuaire Statistique de la France, 1961.i/ CEPAL. Boletín Económico de América Latina: Vol. 7 N° 2, diciembre 1962; Vol. 7 N° 1, octubre 1962; Vol. 1, N° 1, marzo 1964; Vol. 1, N° 2, agosto 1964; Información de ALCAN.

Cuadro 8

## EL INSUMO DE ALUMINIO PRIMARIO Y LOS INDICES ECONOMICOS CORRESPONDIENTES A ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA, 1950-63

Detalle	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
<b>Argentina</b>														
Producto bruto interno	84.2	86.8	81.1	85.6	88.5	92.2	93.0	97.4	100.0	94.8	98.7	104.4	100.2	-
Producto bruto interno/habitante	99.2	99.7	91.0	94.2	95.5	98.7	96.6	99.2	100.0	93.1	95.4	99.0	93.4	-
Inversión bruta fija	83.7	86.7	78.0	74.5	77.5	85.7	83.9	102.2	100.0	85.2	104.5	110.29	110.7	-
Inversión bruta fija/habitante	98.6	99.4	87.5	81.9	83.7	90.6	87.1	104.0	100.0	83.7	100.9	105.2	103.2	-
Consumo de aluminio primario (miles de toneladas)	-	6.0	2.5	3.8	14.3	15.2	20.1	12.6	13.2	9.3	12.2	24.9	15.8	15.1
Consumo de aluminio primario/habitante (kilogramos)	-	0.34	0.14	0.21	0.76	0.79	1.03	0.63	0.66	0.45	0.58	1.17	0.73	0.68
Relación de precios del intercambio	-	146.0	114.0	134.0	110.0	109.0	100.0	102.0	100.0	111.0	118.0	108.0	92.0	-
Poder de compra de las exportaciones	-	105.0	57.0	109.0	97.0	85.0	87.0	94.0	100.0	113.0	120.0	99.0	118.0	-
Indice de la producción industrial g/	82.7	85.4	79.2	77.5	84.2	91.6	90.4	94.9	100.0	88.4	96.0	107.8	99.8	-
<b>Brasil</b>														
Producto bruto interno b/	-	68.7	72.6	74.9	80.7	86.1	87.7	93.8	100.0	107.3	114.1	122.9	-	-
Producto bruto interno/habitante	-	85.3	87.4	87.7	91.6	94.8	93.5	96.8	100.0	104.0	107.2	111.8	-	-
Inversión bruta fija	-	80.1	83.7	70.5	96.0	89.3	83.9	88.5	100.0	125.1	123.0	-	-	-
Inversión bruta fija/habitante	-	99.4	100.8	82.5	109.0	98.3	89.5	91.4	100.0	121.2	115.4	-	-	-
Consumo de aluminio primario (miles de toneladas)	-	21.3	14.2	15.4	22.0	12.6	25.3	29.3	30.8	31.9	31.3	42.5	55.0	57.2
Consumo de aluminio primario/habitante (kilogramos)	-	0.40	0.26	0.27	0.38	0.21	0.41	0.46	0.47	0.47	0.45	0.59	0.74	0.75
Relación de precios del intercambio	-	112.0	100.0	112.0	130.0	99.0	99.0	104.0	100.0	84.0	85.0	-	-	-
Poder de compra de las exportaciones	-	128.0	96.0	116.0	121.0	104.0	113.0	108.0	100.0	107.0	106.0	116.0	99.0	-
Indice de la producción industrial b/o/	-	55.6	58.3	63.4	68.8	76.2	81.4	85.9	100.0	112.8	124.9	138.5	-	-
<b>Colombia</b>														
Producto bruto interno	71.0	73.2	77.8	82.6	88.3	91.8	95.5	97.6	100.0	106.9	111.4	116.5	-	-
Producto bruto interno/habitante	88.9	89.2	92.2	95.2	98.8	99.8	100.9	103.2	100.0	104.0	105.3	107.1	-	-
Inversión bruta fija	83.0	82.4	88.8	120.1	139.9	147.8	140.3	105.2	100.0	107.5	126.1	136.3	-	-
Inversión bruta fija/habitante	119.7	100.4	105.2	138.5	156.6	160.9	148.6	108.3	100.0	104.4	119.3	125.3	-	-
Consumo de aluminio primario (miles de toneladas)	2.5	2.6	1.4	2.9	3.8	4.5	6.7	4.0	4.0	4.7	5.5	6.8	9.0	8.3
Consumo de aluminio primario/habitante (kilogramos)	0.22	0.22	0.11	0.23	0.30	0.33	0.48	0.28	0.27	0.31	0.36	0.43	0.55	0.49
Relación de precios del intercambio	-	113.0	115.0	121.0	141.0	127.0	119.0	125.0	100.0	95.0	98.0	-	-	-
Poder de compra de las exportaciones	-	109.0	107.0	143.0	147.0	131.0	111.0	111.0	100.0	110.0	109.0	99.0	108.0	-
Indice de la producción industrial g/	62.8	63.1	67.5	73.5	80.2	85.5	91.7	96.8	100.0	108.2	114.7	119.5	-	-
<b>Chile</b>														
Producto bruto interno d/	75.9	74.0	82.3	87.2	92.5	95.6	89.1	95.1	100.0	100.6	102.7	105.2	109.9	-
Producto bruto interno/habitante	91.2	87.3	95.4	98.9	102.3	103.3	93.5	97.5	100.0	98.4	98.3	101.8	104.1	-
Inversión bruta fija	81.6	89.2	96.1	97.8	96.3	111.3	97.2	108.4	100.0	105.8	92.8	144.7	149.5	-
Inversión bruta fija/habitante	97.9	105.2	111.4	110.9	123.1	120.1	102.0	111.0	100.0	103.3	88.8	135.3	136.6	-
Consumo de aluminio primario (miles de toneladas)	0.8	0.8	0.9	0.6	1.3	1.6	1.3	1.1	2.2	1.3	2.5	2.4	2.1	5.6
Consumo de aluminio primario/habitante (kilogramos)	0.13	0.13	0.14	0.09	0.20	0.24	0.19	0.15	0.30	0.17	0.33	0.31	0.26	0.68
Relación de precios del intercambio	-	118.0	123.0	134.0	116.0	128.0	141.0	113.0	100.0	107.0	123.0	121.0	-	-
Poder de compra de las exportaciones	-	101.0	112.0	106.0	103.0	119.0	135.0	116.0	100.0	123.0	130.0	145.0	142.0	146.0
Indice de la producción industrial e/	-	49.9	48.9	62.3	99.0	95.3	98.3	101.8	100.0	112.5	99.4	101.0	106.0	-

Cuadro 8 (conclusión)

Detalle	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
<b>México</b>														
Producto bruto interno	-	70.5	70.0	71.7	78.2	86.6	90.9	96.6	100.0	102.6	108.6	-	-	-
Producto bruto interno/habitante	-	87.1	83.9	83.4	88.4	94.9	96.7	99.6	100.0	99.5	102.1	-	-	-
Inversión bruta fija	-	84.6	84.9	76.3	76.3	91.3	91.7	96.3	100.0	-	-	-	-	-
Inversión bruta fija/habitante	-	104.5	101.6	88.6	89.0	100.4	97.6	99.2	100.0	-	-	-	-	-
Consumo de aluminio primario (miles de toneladas)	-	6.9	4.0	6.8	6.2	11.5	9.3	9.9	13.4	11.4	15.5	14.3	23.4	23.8
Consumo de aluminio primario/habitante (kilogramos)	-	0.25	0.14	0.24	0.21	0.38	0.29	0.30	0.40	0.33	0.43	0.38	0.61	0.60
Índice de la producción industrial f/	-	64.0	68.0	67.0	72.0	81.0	89.0	94.0	100.0	109.0	117.0	121.0	128.0	-
Poder de compra de las exportaciones	-	-	-	-	-	116.0	115.0	101.0	100.0	107.0	98.0	109.0	124.0	132.0
<b>Perú</b>														
Producto bruto interno	72.3	76.3	82.5	86.7	86.7	93.1	94.0	90.6	100.0	112.4	116.9	126.6	133.4	-
Producto bruto interno/habitante	85.9	89.7	95.1	98.0	96.1	102.2	99.5	93.3	100.0	101.4	105.5	117.3	121.5	-
Inversión bruta fija	-	95.5	100.8	102.9	101.1	101.3	103.9	101.8	100.0	80.2	101.2	130.7	148.1	-
Inversión bruta fija/habitante	-	112.4	116.2	116.4	112.2	110.2	110.0	104.8	100.0	78.2	96.2	121.1	133.7	-
Consumo de aluminio primario/habitante (kilogramos)	-	0.11	0.08	0.11	0.11	0.18	0.19	0.18	0.16	0.15	0.23	0.29	0.25	0.27
Consumo de aluminio primario (miles de toneladas)	-	0.9	0.7	0.9	1.0	1.6	1.7	1.7	1.5	1.5	2.3	3.0	2.7	3.0
Relación de precios del intercambio	-	161.0	123.0	107.0	113.0	114.0	114.0	114.0	100.0	96.0	74.0	-	-	-
Poder de compra de las exportaciones	-	93.0	79.0	77.0	87.0	100.0	117.0	116.0	100.0	108.0	146.0	168.0	178.0	-
Índice de la producción industrial g/	62.0	61.0	-	-	86.5	91.2	95.6	103.6	100.0	107.7	136.4	148.6	158.5	-
<b>Uruguay</b>														
Producto bruto interno	80.4	87.1	86.5	92.4	97.4	98.8	101.1	102.7	100.0	98.9	100.2	102.7	-	-
Producto bruto interno/habitante	89.6	95.8	93.9	98.9	102.8	102.8	103.8	104.0	100.0	97.6	97.7	98.9	-	-
Inversión bruta fija	-	-	-	-	-	140.2	126.3	133.2	100.0	108.8	127.3	130.9	-	-
Inversión bruta fija/habitante	-	-	-	-	-	143.4	122.7	142.7	100.0	114.3	135.7	126.9	-	-
Consumo de aluminio primario (miles de toneladas)	1.7	2.9	2.8	0.3	1.9	0.7	1.2	0.8	1.4	1.5	2.1	1.3	1.0	1.1
Consumo de aluminio primario/habitante (kilogramos)	0.77	1.30	1.24	0.13	0.81	0.30	0.51	0.33	0.58	0.61	0.84	0.52	0.39	0.43
Relación de precios del intercambio	-	173.0	123.0	150.0	152.0	124.0	116.0	118.0	100.0	95.0	131.0	169.0	-	-
Poder de compra de las exportaciones	-	159.0	132.0	208.0	198.0	158.0	151.0	88.0	100.0	72.0	138.0	116.0	117.0	-
Índice de la producción industrial g/	-	-	-	-	-	88.8	105.6	112.2	100.0	109.2	124.7	128.2	-	-
<b>Venezuela</b>														
Producto bruto interno	-	58.8	68.1	67.0	73.4	79.9	88.4	98.7	100.0	107.8	109.8	111.2	-	-
Producto bruto interno/habitante	-	78.2	80.9	82.4	87.5	90.3	94.3	102.6	100.0	104.0	101.9	100.1	-	-
Inversión bruta fija	-	58.9	73.9	81.1	92.7	87.5	94.9	100.9	100.0	102.9	79.7	67.3	-	-
Inversión bruta fija/habitante	-	78.2	94.8	99.8	109.4	98.3	102.8	105.0	100.0	99.3	74.3	60.6	-	-
Consumo de aluminio primario (miles de toneladas)	13.9	6.9	8.9	9.9	11.6	9.1	13.5	11.7	17.1	20.2	12.3	13.4	11.2	10.8
Consumo de aluminio primario/habitante (kilogramos)	2.79	1.34	1.67	1.78	2.00	1.50	2.14	1.78	2.50	2.85	1.68	1.77	1.43	1.33
Relación de precios del intercambio	-	111.0	106.0	109.0	116.0	116.0	106.0	95.0	100.0	99.0	94.0	-	-	-
Poder de compra de las exportaciones	-	70.0	71.0	72.0	82.0	94.0	99.0	99.0	100.0	105.0	107.0	103.0	108.0	-
Índice de la producción industrial h/	39.2	39.0	-	-	65.6	74.5	82.5	94.2	100.0	114.9	112.8	112.3	119.3	-

Fuentes: CEPAL, Boletín Económico de América Latina, Vols. VII N° 1, octubre 1962; VII N° 2, diciembre 1962; I N° 1, marzo 1964 y I N° 2, agosto 1964; informaciones de ALCAN y Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico, Estudio Económico del Uruguay.

a/ Incluye silvicultura, minas y canteras e industria manufacturera. b/ Estimación de la CEPAL sobre la base de los valores de 1949 y de índices de volumen físico publicados por la Fundación Getulio Vargas. c/ Incluye minería y canteras, industria manufacturera, construcción, electricidad, gas y agua y servicios sanitarios. d/ Incluye discrepancias estadísticas. e/ Incluye minas y canteras e industria manufacturera. f/ Industria manufacturera. g/ Incluye pesca, minas y canteras e industria manufacturera. h/ Incluye minas y canteras (excepto petróleo) e industria manufacturera.

repercusión en la demanda. Los precios relativos del aluminio para igual volumen, son más altos que los del acero, del asbesto-cemento, concreto y madera, pero aquél presenta ventajas sobre algunos de ellos, como consecuencia de los menores costos de instalación y de mantenimiento y del largo período de vida útil.

La industria de los plásticos está evolucionando en los últimos años, presentando una extensa y creciente gama de artículos con niveles de precios muy variables. Esta situación conforma para ellos un panorama favorable para la penetración en el mercado competitivo. Sin embargo, la tendencia a mantener su nivel de precios que ha mostrado en los últimos años el lingote de aluminio primario; las posibilidades de usos exclusivos que encuentra en el mercado de la industria eléctrica, química y aeronáutica; la creciente competencia que desarrolla por sus propiedades en la construcción de techos y estructuras tubulares, en el recubrimiento de muros, en la fabricación de vehículos comerciales y para el transporte terrestre de cargas, en la producción de componentes y partes de vehículos, motores y maquinarias, en la fabricación de barcos, especialmente de pasajeros, en la industria de embalaje y envases durables y semidurables, abren perspectivas abiertamente favorables a este metal para desarrollar una competencia con todo éxito. Es indudable que la lucha tecnológica entablada con otros materiales ha influido en alguna medida en la disminución de la tasa de crecimiento del consumo mundial observada en los últimos años de la década pasada.

El aluminio es, con excepción del magnesio, el metal más liviano de uso común. Por ello, por el reducido aumento de sus precios y por las propiedades mecánicas que presentan sus aleaciones, en gran medida comparables a las del acero común, la tasa de crecimiento del consumo ha sido en los últimos treinta años, holgadamente superior a la de los otros metales no ferrosos. De esta manera el consumo en peso, y con la mayor razón en volumen, ha superado al del cobre, zinc, plomo y estaño.

La confrontación entre las cifras (de producción y consumo) de aluminio primario, prueba que existen pequeñas diferencias que indican que aquélla se ha ajustado a la demanda aparente.

/Los principales

Los principales países productores de aluminio primario son, a la vez, los más importantes consumidores. Sin embargo, la tasa de crecimiento del consumo aparente muestra niveles diferentes. Así, por ejemplo, los porcentajes que se indican a continuación, muestran los aumentos del consumo aparente anual, en algunos países seleccionados:

<u>Período</u>	<u>País</u>	<u>Porcentajes</u>
1952-1961	Estados Unidos	9.5
1952-1961	Canadá	2.7
1956-1961	Alemania (República Federal)	13.5
1952-1961	Rusia	24.9
1952-1961	Noruega	5.5
1952-1961	Reino Unido	2.9
1956-1961	Japón	36.0
1952-1961	Francia	13.8

Países fuertemente productores y exportadores como Canadá y Noruega, muestran una tasa de crecimiento del consumo notablemente inferior a la que corresponde a países preponderantemente importadores. En realidad, como puede observarse en el cuadro 7, los consumos aparentes guardan tendencias similares a las del crecimiento del producto bruto interno y/o de la producción industrial existiendo, desde luego razones que se comentarán más adelante que impiden una estrecha correlación entre los referidos índices.

El consumo aparente por habitante alcanzó elevados niveles en los países altamente desarrollados, correspondiendo los mayores índices a Estados Unidos, Noruega y Reino Unido.

El centro de consumo aparente más importante, se encuentra en los Estados Unidos. A juzgar por las tasas de crecimiento que caracterizan el consumo de algunos países muy industrializados, parece notoria la tendencia a recuperar los niveles comparativos que tenían antes del último conflicto mundial, el que indudablemente gravitó de manera preponderante sobre aquellos. Así, por ejemplo, la República Federal de Alemania recién alcanzó en 1956 el mismo nivel de consumo aparente que tuvo en 1938. Análogo comentario podría hacerse respecto al Japón, que en 1938 consumió 50 000 toneladas y en 1956 apenas 66 000.

Los países latinoamericanos muestran un nivel de consumo aparente comparativamente bajo. Frente a un escaso desarrollo de la producción

/local, que



local, que en ningún caso fue suficiente para satisfacer la demanda interna del país productor, el consumo aparente fue presionado por una serie de factores negativos que motivaron características cambiantes en su evolución.

La observación y confrontación de las cifras contenidas en los cuadros 5, 6, 7 y 8, las que para los países de América Latina incluyen también el consumo de bienes intermedios, (chapas, tubos, etc.), sugiere los siguientes comentarios:

a) Tal como lo muestra el cuadro 5, el consumo de aluminio en América Latina, aumentó desde 54 400 toneladas en 1950, hasta 125 200 en 1963. Dicho cuadro muestra las cifras estadísticas correspondientes a los principales países consumidores y una estimación que resulta de fijar un consumo de 0.25 kg/habitante para los restantes países de la región, de los que no se ha dispuesto de suficiente información. Las cifras anuales más elevadas, corresponden a Brasil, México, Argentina y Venezuela y representan, en su conjunto, aproximadamente el 80 por ciento del total correspondiente a la región.

b) El consumo aparente de la Argentina ha fluctuado entre amplios límites debido a la limitación impuesta por la capacidad para importar, a las medidas de protección industrial establecidas sobre materiales sustitutivos del aluminio y a la política de control de importaciones que se aplicó durante casi todo el período indicado en el cuadro. Como el país no es productor de aluminio, el consumo fue marcadamente trabado por la precaria situación del sector económico externo. Entre la evolución de la producción industrial - tan ligada en este país a las variaciones de la capacidad para importar - y el consumo de aluminio, existió una razonable correspondencia de tendencias. Sin embargo, debe hacerse notar que el consumo aparente no creció en medida compatible con el desarrollo alcanzado por ciertas industrias consumidoras de aluminio, tales como de transporte automotor y de cabotaje, embalajes y envases, maquinarias y redes eléctricas, bienes duraderos de consumo, etc.

De esta manera, el consumo aparente por habitante tuvo ascensos y descensos que oscilaron entre amplios límites. A pesar de ser esta cifra una de las más altas de la región, representa un nivel muy bajo con relación a los índices mundiales.

c) El consumo aparente del Brasil mantuvo una tendencia creciente a partir de 1955. Las oscilaciones que aparecen en los primeros años del período, estarían en correspondencia con las variaciones del poder de compra de las exportaciones. Como la producción local no ha sido suficiente para satisfacer la demanda del mercado interno y sólo comenzó a adquirir importancia a partir de 1956, es indudable que también en este caso influyó el sector externo limitando el crecimiento del consumo aparente, toda vez que éste parece no estar en correlación con el persistente y acentuado aumento de la producción industrial que caracterizó a los últimos años del período considerado. Por estas causas, también en Brasil existe un lento crecimiento del consumo por habitante.

d) El consumo aparente en Colombia aumentó sostenidamente entre los años 1952 y 1956, para decrecer y mantenerse estacionario durante los años 1957 y 1958. Desde esa fecha, y en correspondencia con el fuerte crecimiento de la industria química y mecánica, la demanda aumentó con mayor rapidez. No obstante ello, el consumo por habitante, que en el trienio 1960-63 fue de 0.49 kg, muestra un bajo nivel comparativo de la región.

e) El consumo aparente de Chile fue muy bajo hasta 1957. A contar de ese año, parece haber influido en la demanda el desarrollo rápido de la industria de la construcción, del consumo en cables de alta tensión y, en menor medida, la fabricación de carrocerías de autobuses. Al igual que los restantes países, el consumo por habitante mantiene, a pesar del aumento que se operó en los últimos años, un nivel más bajo que el de Colombia. Dadas las condiciones industriales del país, el consumo actual no es representativo de la demanda potencial.

f) Hasta el año 1954, tanto el producto bruto interno como la producción industrial se mantuvieron prácticamente estacionarios en México y fue bajo el nivel de consumo de aluminio. En los años siguientes, se hace visible un marcado y persistente crecimiento económico que produjo un impacto en la demanda de aluminio primario. De esta manera, el consumo del metal, que en el período 1951-54 alcanzó una media anual de 6 000 toneladas aproximadamente, se elevó a 17 600 toneladas en 1961-63. Es decir, aumentó en 193.3 por ciento.

/g) También

g) También en el Perú, el consumo aparente de aluminio permaneció prácticamente estancado en 1951-54, especialmente como consecuencia de las restricciones impuestas por la capacidad para importar. A partir de ese año mejoró el sector externo y la producción industrial creció de manera sostenida. Mientras el consumo aparente medio anual correspondiente al período 1960-62 fue de 2 600 toneladas, en el lapso 1951-1954 sólo representó 875 toneladas. El aumento operado fue, pues de 197 por ciento; la producción industrial creció, en igual período, en 100 por ciento aproximadamente.

h) Continuas oscilaciones y una tendencia general declinante ha tenido el consumo aparente en el Uruguay, motivadas fundamentalmente por la disminución de la capacidad para importar. En el trienio 1950-52, el consumo medio fue de 1 800 toneladas y en el comprendido por los años 1960-62, de 1 466 toneladas. Este país muestra, así, una notable declinación en el consumo aparente por habitante.

i) El consumo de Venezuela evidenció una tendencia creciente aunque oscilante hasta el año 1959, representando las cifras de dicho año un aumento del 94 por ciento aproximadamente, con respecto a la media de los años 1950-51. La crisis económica que ha persistido durante los últimos años del período que se analiza, motivó una disminución sensible del crecimiento de la demanda. Así, la cifra media anual que correspondió a los años 1960-62 fue de 12 300 toneladas, mientras que en el lapso 1950-54, el consumo aparente medio totalizó 10 240 toneladas. El país experimentó, pues, durante los últimos años del período, una disminución del consumo aparente por habitante.

Un bajo índice del consumo por habitante, es la característica común de los países de la región. Si bien es cierto que las importaciones de bienes terminados de consumo y de capital contribuyen de manera indirecta a elevar estos índices, también es cierto que las limitaciones impuestas por la capacidad para importar en la mayoría de los países, no han permitido que el mismo alcance niveles aceptables. El desarrollo de la producción local de aluminio primario y el crecimiento comparativamente elevado de los sectores industriales usuarios del metal, en el Brasil y México, son las causas principales de la tendencia creciente que muestra el consumo por habitante. A pesar de que durante el período 1961-63 el consumo por

/habitante de

habitante de la Argentina es comparativamente elevado, ya que sólo fue superado por Venezuela, país éste que alcanzó el más alto nivel de la región, (1.51 kg), la declinación operada a partir del año 1956 y sus causas, indican que aquel índice no es representativo de la demanda potencial del país.

#### 6. Precios del lingote de aluminio primario

En general, los precios de los mercados internos en los países industrializados productores de aluminio, experimentaron pocas variaciones durante el período 1950-63, con tendencias y tasas de aumento diferentes. (Véase el cuadro 9). En la República Federal de Alemania, dicho precio se mantuvo prácticamente constante entre los años 1960 y 1963, con un nivel que supera en 21.1 por ciento aproximadamente al de 1950. En los Estados Unidos, los precios del año 1960 superaron en 55.6 por ciento a los de 1950, pero luego declinaron constantemente hasta alcanzar en 1963 un nivel que representó el 34.6 por ciento de aumento con respecto a los vigentes en dicho año 1950. En el Reino Unido, los precios se mantuvieron sin variaciones durante los años 1960 a 1963, y crecieron en 3.2 por ciento en 1964. Estos últimos marcan un aumento del 68.6 por ciento con relación a los vigentes en 1950.

Los niveles de precios más bajos corresponden al Canadá. En 1962 representaron el 91 por ciento de los que regían en la República Federal de Alemania, mostrando muy poca diferencia con los vigentes en los Estados Unidos, Francia y el Reino Unido. Los precios del Japón superaron, durante los años 1962 y 1963, en un 25.4 por ciento y 21.9 por ciento, respectivamente a los de Canadá.

Los precios del aluminio en los países en desarrollo, tuvieron niveles superiores a los de los ya comentados. Así, por ejemplo, los del Brasil fueron en el año 1962, 57.3 por ciento superiores a los de Canadá. Los de México alcanzaron un nivel menos elevado, ya que en 1963 sólo superaron en 16.6 por ciento a los vigentes en Canadá en igual fecha. El por qué de las diferencias que se observan entre Brasil y México, puede explicarse observando que en esa fecha, el primero contaba con producción local de aluminio, la que sin duda necesitó barreras arancelarias de protección;

Cuadro 9

## SECTOR PRIMARIO EN ALGUNOS PAISES PRODUCTORES SELECCIONADOS

Años							
1952	1955	1958	1960	1961	1962	1963	1964
-	-	-	514.20	514.20	514.20	514.20	-
2 315	2 230	2 257	-	2 160	2 160	-	-
-	-	-	-	-	2.16	2.06	-
-	-	-	-	-	24.46	23.52	-
-	-	-	-	-	274.0.0	251.0.0	-
-	-	-	-	-	23.85	23.85	-
-	-	-	-	-	425	635	-
-	-	-	-	-	35.05	28.80	-
-	-	-	-	-	0.24	0.2475	-
-	-	-	-	-	22.28	22.92	-
-	-	-	573.20	561.25	526.35	496.00	-
19.41	23.67	26.39	26.00 d/	25.46	22.50 e/	23.00 e/	-
187 483 e/	175 775 e/	208 958 e/	-	2 435 f/	2 435 f/e/	2 500 f/e/	-
-	-	-	-	-	22.54	23.14	-
-	-	-	-	-	3 170	3 270	-
-	-	-	-	-	30.27	31.13	-
-	-	-	-	-	220 000	220 000	-
-	-	-	-	-	27.94	27.94	-
-	-	-	-	-	-	7.35	-
-	-	-	-	-	-	26.74	-
-	-	-	512.60	512.60	512.60	512.60	529.10
155.16.1	167.0.0	184.5.0	-	186.0.0	180.0.0 e/	184.0.0 e/	-
-	-	-	-	-	22.50	23.00	-

en cambio, en el segundo no había entrado aún en producción la única planta de reducción de alúmina con que cuenta actualmente. Si la variación de los precios del aluminio primario se compara con las que han correspondido a los de otros metales no ferrosos a partir del año 1945, se podrá comprobar que los primeros tuvieron una tasa media de crecimiento sensiblemente inferior. (Véase el gráfico I).

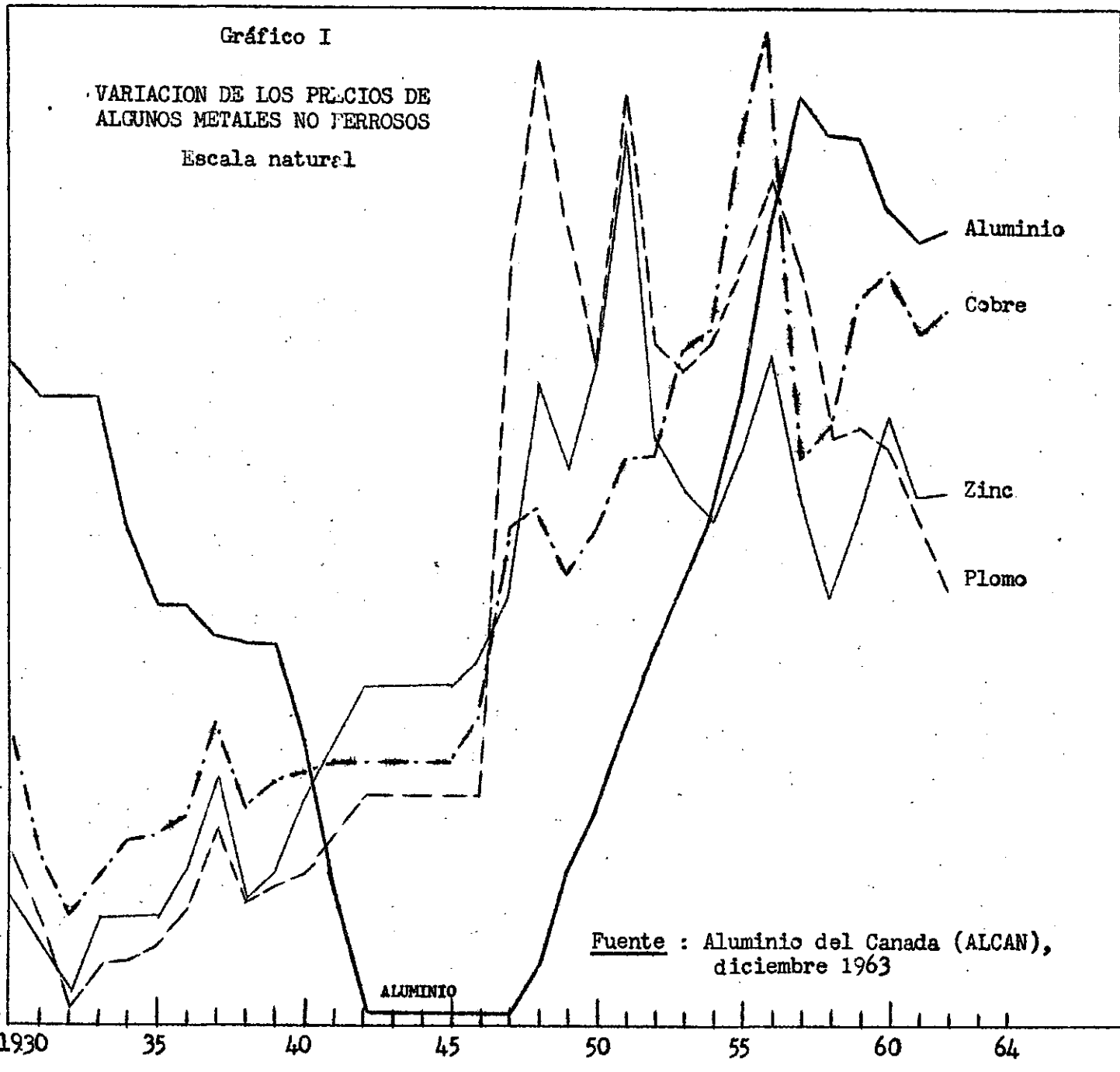
#### 7. Comentarios sobre las probables tendencias mundiales

Varios aspectos merecen consideración previa al juicio que puede emitirse sobre las perspectivas de la demanda futura de aluminio primario.

En primer lugar, la estadística prueba que el aluminio compitió con éxito con otros metales no ferrosos ya que originó una creciente penetración que no muestra síntomas de declinación. La abundancia relativa de la materia prima fundamental para la obtención de este metal es sensible y constituye un factor importante para calificar la potencialidad técnico-económica de la industria. El creciente agotamiento de las reservas de minerales no ferrosos, fue y seguirá siendo una causal del pronunciado aumento de los precios del cobre, zinc, plomo, etc. (Véase nuevamente el gráfico I.) Un comentario análogo podría hacerse con relación al acero, cuyos precios, extendiendo el análisis a un período anterior suficientemente amplio, han aumentado en mayor proporción que los del aluminio. No puede negarse la influencia que han tenido en la evolución de los precios del acero el paulatino agotamiento de las reservas de carbones aptos para uso siderúrgico y la calidad cambiante de los minerales de hierro. Claro está que ha sido muy eficaz la lucha entablada por las innovaciones tecnológicas contra los costos pero, de cualquier manera, debe admitirse que no bastó para frenar el efecto del alza del precio de varios factores de producción. Es ésta una de las causas fundamentales que posibilitaron la sustitución del acero por el aluminio en ciertos usos. No existen, sin embargo, elementos de juicio suficientes para emitir una opinión fundada sobre los efectos que la tecnología aplicada en el futuro, podría tener sobre las calidades y precios del acero y de otros metales no ferrosos.

US\$ por libra  
100

140 80  
136 78 50 28  
132 76 48  
128 74 46 27  
124 72 44 26  
120 70 42 25  
116 68 40 24  
112 66 38 23  
108 64 36 22  
104 62 34 21  
100 60 32 20  
96 58 30 19  
92 56 28 18  
88 54 26 17  
84 52 24 16  
80 50 22 15  
76 48 20 14  
72 46 18 13  
68 44 16 12  
64 42 14 11  
60 40 12 10  
56 38 10 9  
52 36 8 8  
48 34 6 7  
44 32 4 6  
40 30 2 5  
36 28 1 4  
32 26 1 3  
28 24 1 2  
24 22 1 1  
20 20 1 0  
16 18 1 -1  
12 16 1 -2  
8 14 1 -4  
Cobre Plomo Zinc



La abundancia mundial de combustibles líquidos y gaseosos y la existencia de reservas de energía hidroeléctrica aún no aprovechada, conforman también un panorama favorable para el aluminio. A pesar de que aquellos combustibles sustituirán en gran medida a los fósiles, debe tenerse en cuenta que las reservas de estos últimos son cuantiosas y permitirán, según opiniones autorizadas,<sup>4/</sup> atender las necesidades mundiales hasta el año 2052 si la tasa del consumo crece a razón de 4.2 por ciento anual hasta el año 2000 y de 4 por ciento hasta la fecha de su agotamiento. Por otro lado, la esperada penetración de la energía atómica en condiciones de franca competencia económica con otras fuentes, constituye otra perspectiva promisorio para el aluminio.

La ponderación de otros factores de producción, como transportes, mano de obra, etc., sus precios y probables tendencias sobre los que se harán comentarios especiales en capítulos posteriores, inclina a pensar que la demanda continuará resultando favorable al aluminio.

Un comentario especial merece la estructura orgánica y funcional de la industria del aluminio, ya que ésta constituye un verdadero factor de costos de producción. Grandes compañías internacionales, entre las que cabe citar a Aluminum Company of America Reynolds Metal Company, Kaiser Aluminum and Chemical Corporation, Aluminium Limited (Canadá), Compagnie de Produits Chimiques et Electrometallurgiques Pechiney (Francia), y Aluminium Suisse S.A. (Suiza), totalizan más del 80 por ciento de la producción mundial, abarcando con sus actividades el ciclo completo que se inicia con la explotación de los yacimientos de bauxita. Esta situación impuso de hecho una tónica especial a los estudios conducentes a perfeccionar los procesos de producción, a la fijación de las calidades de los productos y también, como es lógico, a los precios, al desarrollo del mercado y a la promoción de ventas. La competencia entre estas grandes compañías internacionales es muy intensa, pero ella va acompañada de una coordinada acción conjunta cuyos frutos se traducen, en definitiva, en una eficaz penetración en el mercado. La aplicación de una vigorosa política de desarrollo

---

<sup>4/</sup> Milton F. Seal, Fossil Fuel in the Future.



del mercado respaldada por serios estudios científicos, es una característica importante de la industria del aluminio.

Corresponde señalar también que es característica del mercado del aluminio primario la estabilidad de los precios durante períodos relativamente largos. En cada nación existen precios únicos y rígidos influidos notoriamente por la política de Canadá, que es la principal exportadora mundial de dicho metal.

Las perspectivas favorables futuras no descartan, desde luego, la posibilidad de que el aluminio pueda ser desplazado, en algunas de sus aplicaciones, por otros materiales como el acero o los plásticos. Pero, de cualquier manera, estas sustituciones habrán de ser compensadas por una mayor aplicación del metal en otros usos y además, por una demanda creciente por parte de aquellos sectores en que el mismo actúa libre de competencia. Tal es el caso, por ejemplo, de la fabricación de maquinaria y equipos eléctricos.

El panorama que presenta la estructura productora mundial del aluminio demuestra que todavía restará mucho por hacer si, prescindiendo de los límites políticos, se persigue un objetivo económico de carácter fundamental: la concentración de todos los recursos en las condiciones más ventajosas para toda la comunidad. Tal objetivo sólo podrá alcanzarse mediante un análisis acabado y completo de los precios de los factores de producción, es decir, mediante el empleo de un adecuado medio de valoración.

Un enfoque de la estructura mundial atendiendo a estos criterios, inclina a pensar que América del Norte continuará manteniendo el centro de gravedad de la producción de aluminio. Canadá habrá de continuar como principal exportador y abastecerá en gran medida la demanda de Europa occidental, complementado quizá en medida creciente por África. Rusia no será posiblemente un abastecedor significativo de Europa occidental, toda vez que proyecta localizar la mayoría de las ampliaciones en Siberia y no cuenta, además, con materias primas de calidad comparable a las de África o América.

Un estudio realizado por las Naciones Unidas<sup>5/</sup> basándose en el análisis de las series históricas de crecimiento de los índices económicos más característicos, durante el período 1950-1959, proyecta para el año 1975 un consumo mundial de aluminio de alrededor de 13.3 millones de toneladas. Para atender a esta demanda, será necesario aumentar en más de 100 por ciento la capacidad instalada en 1962, que fue estimada en 5.8 millones de toneladas aproximadamente.<sup>6/</sup> Basados en la tendencia cronológica observada en 1950-1959, y en el consumo de 3.95 millones de toneladas que correspondió al último año de dicho período, los cálculos arrojan una tasa media de crecimiento del consumo anual de 8.1 por ciento, inferior a la registrada en períodos anteriores.

#### 8. Proyecciones de la demanda para América Latina

A pesar del bajo índice que caracteriza el consumo de América Latina, la tasa de crecimiento medio durante el período terminado en 1962 superó al 11.8 por ciento anual, es decir, mostró un ritmo más elevado que el promedio mundial. Como dicho consumo dependió en todos los países de la región total o parcialmente de las importaciones, el aumento futuro dependerá de la manera en que evolucionen las economías de los principales países consumidores. El estancamiento económico o el insuficiente crecimiento del producto bruto interno global frente a la presión demográfica que muestran la mayoría de los países, agravados por los efectos de persistentes procesos inflacionarios, resta validez a las conclusiones que pueden obtenerse del análisis de las series históricas del consumo. Si la región retomara el fuerte impulso que la caracterizó durante los primeros años de la postguerra, influido en gran medida por el comportamiento favorable de la demanda internacional, el consumo de aluminio podría alcanzar tasas de crecimiento muy altas, sobre todo en aquellos países en los que se ha cumplido un proceso más vigoroso de industrialización. Es de hacer notar que una comparación entre crecimientos del

---

5/ Naciones Unidas, "Tendencias de la Economía Mundial", (E/3629, E/CN.13/49) 23 de Mayo de 1962.

6/ Profesor Hans Bachmann, "El aluminio como industria de exportación", (E/CONF.46/P/10) 4 de Febrero de 1964.

producto bruto interno y de la industria manufacturera demuestra que esta última se desarrolló en la región, a partir del año 1955, no sólo más rápidamente que la economía en su conjunto, sino que en los últimos años creció a un ritmo superior al alcanzado en el período anterior. Como resultado de este hecho, la participación del sector manufacturero en el producto bruto aumentó de 18.8 por ciento que correspondió al período 1950-1954, hasta 20.2 por ciento en 1955-1960.<sup>7/</sup> En particular, las industrias de artefactos eléctricos tuvieron un rápido desarrollo en Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Perú, Uruguay y Venezuela. La fabricación de maquinarias y equipos de todo tipo, incluyendo eléctricas y de automotores, presenta realizaciones de cierta importancia en Argentina, Brasil y México.

Es sabido que son características esenciales e interdependientes del proceso de industrialización registrado en la región, un elevado nivel de costos y una tendencia persistente a estructuras de mercado no competitivos o insuficientemente competitivos, que traban entre otras cosas, la capacidad de la industria para competir con la corriente de exportaciones mundiales y afectan negativamente la capacidad para importar. Pero no parece muy lejana la posibilidad de corregir en gran medida las deficiencias apuntadas aplicando una severa política de reorientación del desarrollo industrial, con vistas a tomar una participación más activa en las exportaciones mundiales; para ello constituiría un paso efectivo la existencia real de un mercado común latinoamericano estructurado con vistas de largo alcance. Precisamente, el propósito fundamental perseguido por este trabajo es realizar un estudio preliminar sobre las posibilidades que existen de desarrollar la producción de aluminio en la región, creando estructuras que contribuyan a eliminar las principales deficiencias mencionadas.

Evidentemente, si la posibilidad existe y se concreta, se proyectará de manera notable sobre el crecimiento del consumo de aluminio de la región.

---

7/ CEPAL, Problemas y perspectivas del desarrollo industrial latinoamericano, (E/CN/12/664) 6 de Abril de 1963.

Estos comentarios tienden a reclacar las reservas con que deben tomarse los resultados de proyecciones del consumo basadas en el análisis de las series históricas. Ello no obstante, y con la sola finalidad de formar una idea orientadora, se estimó la demanda futura de aluminio para América Latina, tomando como base la relación ingreso-consumo obtenida por correlación de datos referidos a cada uno de los nueve países de la región que tienen el mayor consumo aparente de aluminio. El cuadro 10 contiene los resultados de los cálculos correspondientes a dichos países, para los años 1970 y 1975. La ecuación de regresión utilizada es del tipo  $\log y = a x + b$ , habiéndose consignado en dicho cuadro la aplicada a cada caso, como resultado de la determinación del coeficiente de elasticidad-ingreso del consumo de aluminio. (Véase el cuadro 10.)

La demanda futura fue calculada utilizando la ecuación  $C = C_0 (1 + r)^{Et}$ , en la que  $E$  representa la elasticidad-ingreso,  $r$  la tasa de crecimiento del producto bruto interno por habitante (para todos los casos se fija en 2.5 por ciento y  $t$  el número de años. El coeficiente de correlación  $r$  de la ecuación de regresión resulta superior a 90 por ciento en la mayoría de los países, lo que indica una relación bastante estrecha entre el consumo de aluminio y el producto bruto por habitante. Las cifras de la demanda de los restantes países, sobre los que no se disponían antecedentes suficientes, fueron estimadas utilizando un criterio similar. La tasa media de crecimiento acumulativo del consumo de aluminio así proyectada para la región hasta el año 1975, es de 10.6 por ciento y resulta inferior a la registrada en el período 1946-1962, pero superior a la media mundial indicada en el ya referido estudio de las Naciones Unidas. Dado el escaso consumo de aluminio acusado por la región, lógico será suponer que si el producto bruto interno crece a razón del 2.5 por ciento por habitante y por año, la tasa de demanda de dicho metal podrá alcanzar, y aun superar, el porcentaje acumulativo que resulta de las proyecciones.

En conclusión, parece razonable utilizar estas cifras, en las consideraciones técnico-económicas de los capítulos siguientes.

Cuadro 10

PROYECCIONES DE LA DEMANDA DEL CONSUMO DE ALUMINIO  
 EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA

(Toneladas)

País	Consumo aparente en 1970	Consumo aparente en 1975	Ecuación	Tasa de crecimiento acumulativo (porcentajes)
Argentina	36 400	53 700	$\log y = 0.033816 x + 4.087 865$	10.8
Brasil	115 700	203 800	$\log y = 0.049117 x + 7 326 342$	11.2
Bolivia	546	772	$\log y = 0.030142 x + 2 315 288$	8.0
Colombia	18 200	31 000	$\log y = 0.045992 x + 3 617 367$	11.1
Chile	7 380	13 400	$\log y = 0.052142 x + 6 190 631$	11.3
México	45 800	80 000	$\log y = 0.048248 x + 3 984 862$	11.2
Perú	7 600	12 400	$\log y = 0.049427 x + 3 105 096$	11.2
Uruguay	2 100	2 600	$\log y = 0.017808 x + 3 091 093$	4.0
Venezuela	27 000	38 000	$\log y = 0.029253 x + 6 995 987$	7.1
Otros países	4 900	6 700	-	6.5
<u>Total estimado para la región</u>	<u>265 026</u>	<u>442 372</u>	-	<u>10.6</u>

Fuente: Estimación de la CEPAL cuyo criterio fue determinar la elasticidad-ingreso para cada uno de los nueve países, en la serie 1946-62. La proyección de la demanda se calculó utilizando la ecuación  $C = C_0 (1 + r)^{Et}$  en la que E representa la elasticidad-ingreso y r la tasa de crecimiento del producto bruto interno por habitante.

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

## Capítulo II

### TECNOLOGIA DEL ALUMINIO

#### A. GENERALIDADES

La industria del aluminio se basa en una materia prima fundamental -- la alúmina ( $Al_2O_3$ ) -- de la que se obtiene el aluminio metálico. Los problemas que han debido resolverse y la importante proyección económica que gravita en todo el proceso, hacen de la obtención de la alúmina la etapa más importante. A su vez, y por los motivos que se detallarán más adelante, la bauxita ha llegado a ser la fuente casi exclusiva de obtención de la alúmina.

Queda así esbozado el proceso de obtención del aluminio, en el que se cumplen rígidamente las siguientes etapas sucesivas: a) extracción y tratamiento de la bauxita; b) obtención de la alúmina; c) reducción de la alúmina para obtener el aluminio metálico primario y d) elaboración del aluminio hasta llegar al producto terminado.

Se verán a continuación estas etapas, con excepción de la última, que no es motivo de este trabajo.

#### B. LA BAUXITA

##### 1. Importancia

El aluminio es el metal más abundante de la corteza terrestre; aparece en la composición de la mayoría de las rocas primarias; no obstante ello, la tecnología moderna recurre casi con exclusividad a la bauxita para obtener este metal, por los siguientes motivos fundamentales: a) contiene alúmino en tal abundancia que las bauxitas con valor comercial, contienen no menos del 45 por ciento; b) en el mundo han sido localizados muchos yacimientos de enorme potencia y de muy alta ley de alúmina; muchos de ellos pueden ser explotados a cielo abierto y su ubicación facilita y abarata los transportes (próximos al mar o grandes ríos); c) como consecuencia de las condiciones expresadas en a) y b), la bauxita

/constituye una

constituya una materia prima muy barata, de la que se obtiene la alúmina a un costo muy inferior al que se llegaría partiendo de otros minerales y d) la tecnología del aluminio se ha desarrollado dentro del ámbito de pocas y grandes compañías, lo que ha llevado al perfeccionamiento de procesos interdependientes que cubren, dentro de una misma empresa, las etapas bauxita-alúmina-aluminio. En consecuencia, aunque puedan parecer etapas independientes, técnica y económicamente están fuertemente vinculadas constituyendo, en realidad, un solo proceso escalonado.

## 2. Composición

La bauxita es un hidrato de alúmina acompañado de algunas impurezas; se presenta en dos formas fundamentales: como tri-hidrato ( $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ) que toma el nombre de gibbsite, y como monohidrato ( $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ) que aparece en dos variantes: bohemite y diáspore. Existen también minerales mixtos, formados por mezclas de tri-hidratos y mono-hidratos.

Por estas diferentes formas de presentarse, la bauxita tiene muy notables proyecciones técnicas y económicas, ya que a cada tipo del mineral debe aplicarse una variante del procedimiento de obtención de la alúmina (procedimiento Bayer).

Se desarrolló este procedimiento en Europa, y fue puesto a punto para tratar el monohidrato boehmite a fines del siglo pasado; requiere presiones y temperaturas altas y hoy se le conoce como Procedimiento Bayer (modalidad europea). No obstante ser esta modalidad especialmente apta para tratar monohidratos, no se comporta satisfactoriamente con el diáspore y es ésta la razón por la cual el mineral extraído de Grecia, que es de esta variedad, se envía a Rusia y Noruega, países que no utilizan este procedimiento, sino el Pedersen modificado.

Posteriormente, ya en este siglo, fueron descubiertos los más grandes y ricos yacimientos de bauxita, situados en la Guayana Británica, Surinám, Africa occidental, Estados Unidos, Malaya, Indonesia y Australia occidental; todos ellos son de trihidratos (gibbsite) y hacen posible la obtención de la alúmina a un costo menor. En los Estados Unidos se desarrolló la técnica correspondiente (como una variante del procedimiento europeo) que se caracteriza por utilizar presiones y temperaturas notablemente más bajas; hoy se le conoce como procedimiento Bayer (modalidad norteamericana).

/Más recientemente



Más recientemente se comenzó a utilizar minerales de Jamaica, Haití, India, norte de Australia y Arkansas (Estados Unidos), todos ellos mezclas de tri y mono-hidratos, llegando éstos últimos hasta un 25 por ciento; en los Estados Unidos fue puesta a punto una tercera modalidad del procedimiento Bayer, apto para estos minerales, que requiere presiones y temperaturas intermedias entre las europeas y norteamericanas.

El panorama que presentan las diferentes variedades de bauxita se resume en los ejemplos que se dan a continuación:

Tipo de mineral	Contenido en porcentaje					Origen
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	
<u>Trihidratada:</u>						
Gibbsite:	54	7	1-2	11-12	28-29	Guinea
Id.	48-52	8	4	12-18	27-29	Australia occidental
"	57-59	2-4	1-3	5-6	31-32	Surinám
"	50-51	2-9	1-2	3-10	26-32	Guayana Británica
"	54-58	3-7	1-2	6-10	28-29	Brasil
<u>Monohidratada:</u>						
Boehmite:	54-58	1-6	2-3	23-26	10-13	Francia
Id.	57	4	2-3	23	11-13	Grecia
Diáspore:	49-59	3-7	2	21-24	11	Rusia
Id.	57	2-4	3	24	12	Rumania
<u>Mezcladas:</u>						
Gibbsite y diáspore:	52-58	2-4	6-11	7-14	25-28	India
Diáspore y Corundum <sup>a/</sup>	58-67	1-2	2-5	15-31	5-12	Grecia
Boehmite y Gibbsite:	51-53	1-3	2-4	20-23	20-22	Yugoslavia
Gibbsite y Boehmite:	50-53	1-3	2-3	17-20	26-27	Jamaica

a/ El corundum es alúmina anhidra.

### 3. Impurezas

Las impurezas de la bauxita consisten normalmente en sílice ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) y óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ); con menor frecuencia suelen aparecer el óxido ferroso ( $\text{FeO}$ ) y compuestos de fósforo, vanadio, azufre, potasio etc. Los efectos de estas impurezas, que pueden llegar a ser muy importante, se analizarán más adelante, al describir el procedimiento Bayer.

### 4. Dureza

Todos los grados de dureza aparecen en los minerales de bauxita: mientras los de Jamaica tienen la consistencia de la tierra, los de Grecia tienen la dureza de la roca. La dureza influye sobre el costo de trituración, que se torna excesivo y, por lo tanto, antieconómico cuando se excede el índice 15 Bond.

### 5. Laboreo

#### a) Aspectos Generales

La casi totalidad de la bauxita que se utiliza procede de explotaciones a cielo abierto; en Europa, en número comparativamente reducido, se realizan algunas explotaciones subterráneas.

En general, no es posible establecer magnitudes que puedan compararse entre uno y otro tipo de explotación, pero sí puede afirmarse que la explotación subterránea resulta más costosa. En la determinación del tipo de explotación y de los procesos de operación, influyen, entre otras, las siguientes circunstancias:

- i) Espesor y naturaleza de la sobrecarga (cubierta) Es evidente que la explotación a cielo abierto será conveniente hasta un cierto espesor de la sobrecarga, superado el cual será más económico el laboreo subterráneo. No puede establecerse en forma general cual es ese límite, ya que depende de muchos factores como, potencia del cuerpo mineralizado, talud natural, estructura y otras características del material de cubierta etc. Con el sólo fin de dar una orientación general, puede aceptarse que aquel límite está entre 4 y 5.5 metros cúbicos de sobrecarga por tonelada de mineral extraído.
- ii) Características mecánicas de la sobrecarga Es indudable que estas características harán variar el espesor máximo de cubierta necesario para que la explotación subterránea pueda realizarse

/sin recurrir

sin recurrir a labores de sostenimiento de techo; tales labores adicionales configuran un factor de costo que, conjugado con otros, como la potencia de los mantos de mineral, puede ser decisivo para determinar la forma de realizar la explotación. Según sea la potencia del cuerpo mineralizado quedarán justificados o no dichos trabajos de sostenimiento de techo.

- iii) La necesidad de preservar el suelo de cubierta En determinados casos la calidad de las tierras de cubierta puede obligar a su preservación, dejando de lado la habitual remoción y transporte a que se recurre en la explotación a cielo abierto u obligando a tareas complementarias de reconstrucción. En otros casos, los laboreos subterráneos pueden motivar el hundimiento posterior de la cubierta, afectando obras o instalaciones de superficie que es imprescindible preservar.
- iv) Potencia y calidad del cuerpo mineralizado Tienen, por lo ya expresado, importancia para la selección del tipo de explotación que se utilizará y, cualquiera que sea el que resulte seleccionado, influyen en los costos de explotación resultantes. La variación de la calidad del mineral en la profundidad y la presencia de intercalaciones de material estéril, así como su disposición, son también factores que pueden influir sobre las decisiones que se adopten.
- v) Distancias de transporte de la sobrecarga y facilidades para su acumulación Las características topográficas de los terrenos adyacentes al criadero, las obras viales que se construirán etc., constituyen factores de costo cuya incidencia es variable; deben ser analizados en los estudios técnico-económicos previos a la explotación.

Numerosos factores de producción, a menudo interdependientes, concurren para calificar económicamente la probabilidad de una explotación minera y los métodos operativos que se utilizarán. En algunos casos, la tarea de ponderar dichos factores será simple e inmediata; en otros, será imprescindible evaluar cuidadosamente las diversas posibilidades, las que a menudo exigen trabajos de exploración adicionales a los habituales, tales como ensayos de suelos y otros, antes de adoptar una decisión.

Los costos de explotación varían con el volumen de la producción anual, sobre todo por la diferente productividad de los medios de explotación utilizados y la disminución de la incidencia de los costos fijos, como cargas de capital y gastos generales. Además, la incidencia de cada factor de producción o elemento de costo sobre el costo total será diferente, según lo sean las características específicas de cada

/yacimiento; características

yacimiento; características que, por otra parte, pueden tener una influencia económica variable a medida que se extiendan o profundicen las labores mineras.

Estas razones son las que ocasionan variaciones entre muy amplios límites en la relación de costos entre las explotaciones a cielo abierto y las subterráneas. En términos generales, se admite que las explotaciones más económicas corresponden a producciones anuales del orden de los dos millones de toneladas; el volumen mínimo económico, por otra parte, está en el orden de las 300 000 toneladas anuales. Sin perjuicio de ello, existen en Europa casos muy particulares, en los que la alta ley del mineral unida a otros factores importantes como escaso espesor y poca consistencia de la sobrecarga, obtención de la alúmina en el mismo lugar etc., permite explotaciones económicas con capacidades anuales del orden de las 50 000 toneladas.

b) Minería a cielo abierto

En estas explotaciones se utilizan medios de producción mecánicos como máquinas excavadoras, palas mecánicas con capacidad de cuchara variable, topadoras, niveladoras y vehículos de transporte; cuando las características del material que va a removerse o extraerse exigen el uso de explosivos, se utilizan también equipos perforadores.

La tarea de extraer la sobrecarga, cuando la hay, suele anticiparse, en medida variable, a las labores de extracción del mineral, aunque pueden realizarse también ambas tareas simultáneamente. Las relaciones entre potencial de la sobrecarga y del cuerpo mineralizado; la disposición relativa de ambos, los volúmenes de producción anual que deberán obtenerse; las características topográficas del terreno etc., tienen marcada influencia en las tareas de remoción de la cubierta. Si resulta necesario anticipar el trabajo de extracción de la sobrecarga en medida apreciable, la empresa deberá afrontar un aumento de las exigencias financieras, puesto que estará obligada a mantener un elevado capital de trabajo inicial. Es por ello que, a menudo, se inicia la remoción de la cubierta por medio de varios frentes de ataque, por franjas paralelas, en las que la extracción comienza no bien las máquinas

/excavadoras han

excavadoras han dejado al descubierto un volúmen de mineral suficiente para asegurar la continuidad de la explotación. Es así como se consigue realizar simultáneamente la remoción de la cubierta y la extracción, aunque desfasadas entre sí.

Cuando la profundidad de los frentes de ataque, es decir, cuando el piso del cuerpo mineralizado se encuentra a niveles superiores a los 12 a 15 metros de la superficie, será preciso construir escalones para remover la sobrecarga y extraer el mineral.

La cantidad de frentes de ataque (fajas o trincheras de explotación), depende de la potencia del cuerpo mineralizado, del volumen de producción que deberá obtenerse en un tiempo dado y también, en muchos casos, de la necesidad de asegurar el mejor y más económico dosaje del mineral, mezclando adecuadamente las calidades que presente el yacimiento.

La bauxita aflora a menudo con buzamientos pronunciados, y con techo de caolín o arcillas poco consistentes que deben extraerse para evitar que entorpezcan la extracción del mineral porque, al tomar su talud natural, caen sobre el piso de explotación. Esta circunstancia obliga a una mayor remoción de estéril y, desde luego, limita la profundidad máxima económica que puede alcanzarse mediante el laboreo a cielo abierto.

Por regla general, para la remoción de la sobrecarga y del mineral deben utilizarse explosivos, aunque existen algunos tipos de yacimientos en que puede prescindirse de ellos.

#### c) Minería subterránea

Cuando la remoción de la sobrecarga no resulta económica se recurre a la explotación subterránea. Según sean las características topográficas, el buzamiento del cuerpo mineralizado etc., el acceso a los lugares de extracción puede realizarse mediante uno o varios socavones principales, que pueden ser cortas vetas y que sirven a su vez de vía de transporte del mineral extraído. La construcción de estos socavones, a veces de gran longitud, impone en ciertas circunstancias ejecución de obras de revestimiento especiales; surge esta necesidad cuando la sobrecarga presenta determinadas características y cuando existen fuertes filtraciones de agua a través de estratos poco consolidados.

/Cuando el

Cuando el acceso al cuerpo mineralizado no puede lograrse mediante socavones, es necesario construir "piques", "cuadros" o pozos principales de extracción los que, al igual que los socavones, normalmente deben ser completados con revestimientos de madera, hormigón o acero.

Los métodos de explotación empleados en las explotaciones subterráneas varían según la potencia, buzamiento y características mecánicas de la pared de techo y algunas otras condiciones específicas del manto mineralizado y cubierta. En general, la minería subterránea de los yacimientos de bauxita se realiza en cortes rectangulares por conducción horizontal de los trabajos en retroceso mediante sostenimiento de techo desde dos direcciones que se ubican en ángulo recto.

Aproximadamente un 15 a 35 por ciento del mineral se extrae durante la explotación propiamente dicha; entre un 25 y un 40 por ciento se pierde, por cuanto el mineral de los pilares no se recupera.

La variación de calidad de la bauxita entre un lugar y otro del manto mineralizado, obliga a menudo a ejecutar labores más extensas y costosas, con la finalidad de asegurar un dosaje homogéneo del mineral extraído.

#### 6. Beneficio del mineral

Dado que, como ya se ha expresado, la ley del mineral no es constante en un mismo yacimiento y que, además, existen dificultades técnicas graves para utilizar tratamientos de concentración que mejoren su calidad, normalmente se lleva un control riguroso de la producción diaria, almacenándola en depósitos separados según la ley de la alúmina y las impurezas que contenga.

Según sea su dureza, el mineral es triturado hasta un tamaño aproximado de 2 pulgadas, que no conviene aminorar para evitar pérdidas notables de polvo en el lavado, secado o calcinación. Se procede luego a mezclarlo en proporciones adecuadas, de acuerdo a la ley de alúmina e impurezas, hasta obtener un producto medio que responda a las exigencias comerciales.

Para algunos tipos de mineral se procede luego a un lavado que, al disolver principalmente las arcillas, elimina parte de la sílice y materiales ferruginosos blandos; aunque generalmente el hidrato de

/alúmina es

alúmina es tan fino y blando como las arcillas y se disuelve con ellas. Por esta razón, los procedimientos de lavado, separación por gravedad, flotación y demás procesos físicos usuales en las plantas de concentración, no tienen en general éxito para la bauxita. Para algunos tipos de mineral se emplean cedazos, con bastante buenos resultados.

Los procedimientos físicos dan mejores resultados en las bauxitas de baja ley de alúmina, en cuanto a separación de la sílica; en éstos casos el hidrato de alúmina está mezclado con arcilla, óxidos de hierro etc. y suele formar partículas duras y gruesas bien diferentes de las finas arcillas. En resumen, el lavado, si no es aplicado a minerales determinados que lo admiten, resulta antieconómico por las pérdidas que provoca en alúmina.

Para algunos minerales muy particulares se practica la eliminación del hierro por procedimientos magnéticos o electrostáticos; la operación se efectúa normalmente después del secado o calcinado, teniendo en cuenta que ciertos compuestos del hierro, sometidos a alta temperatura, dan sustancias magnéticas, con lo que se facilita la acción de este proceso. No obstante, se necesitan 2.7 toneladas de bauxita cruda para obtener una tonelada después de la eliminación magnética del hierro, lo que indica lo poco económico del procedimiento y su uso excepcional.

Dado que la bauxita cruda contiene hasta un 30 por ciento en peso de agua libre, se impone su secado previo al transporte cuando debe recorrer grandes distancias; por ello, el secado puede considerarse parte del laboreo de la bauxita.

Se utilizan grandes hornos rotativos de 15 a 45 metros de longitud y de 1.80 a 2.40 metros de diámetro, con una inclinación del 10 por ciento aproximadamente, que giran lentamente a 1 o 2 r.p.m., manteniendo una temperatura de alrededor de 600° C. La bauxita permanece en el horno de 15 a 40 minutos, según el grado de humedad del mineral. El rendimiento de los hornos es de unas 45 a 70 toneladas por hora y utilizan como combustible fuel oil (23 litros por tonelada) o gas natural (22.5 a 31 metros cúbicos por tonelada); no se utiliza carbón ni leña porque su ceniza contamina la bauxita.

El mineral sale del horno a unos 100°C y con su humedad reducida al 0.5 - 1 por ciento; quedando listo para ser embarcado una vez que se enfría.

La operación de secado no es completamente simple, porque debe evitarse que se reduzca la humedad ligada químicamente: si la bauxita se deshidrata, aunque sea parcialmente, se reduce grandemente su solubilidad en el proceso Bayer.

Cuando la bauxita no va destinada al procedimiento Bayer para obtener aluminio sino a la industria de los abrasivos, se procede a calcinarla. Consiste la calcinación en un secado más prolongado y a mayor temperatura para reducir también el agua ligada químicamente, es decir, para deshidratar la bauxita. Se utilizan hornos del mismo tipo de los ya descritos, pero que trabajan a 950-1 100°C, siendo su inclinación menor (4 por ciento aproximadamente).

#### 7. Características del producto obtenido

Como ejemplo de las características generales de la bauxita comercial destinada al procedimiento Bayer, se indica a continuación una especificación norteamericana.

La bauxita se acepta seca o cruda, aunque es preferible la primera; en el segundo caso se fija el tope máximo de humedad.

Las condiciones químicas son las siguientes, expresadas en porcentajes de bauxita seca:

/Designación



Designación	Tope	Trihidratada	Monohidratada
Alúmina ( $Al_2O_3$ ):	Min.	55.0	47.0
Sílice ( $SiO_2$ ):	Max.	5.0	4.0
Alcalis totales (como óxidos):	Max.	1.0	1.0
Compuestos ferrosos (como FeO):	Max.	3.0	3.0
Fósforo (como $P_2O_5$ ):	Max.	1.0	1.0
Manganeso, cromo y vanadio (como $MnO_2$ más $Cr_2O_3$ más $V_2O_5$ ):	Max.	2.0	2.0
Pérdida de ignición ( $H_2O$ ):	Min.	50 por ciento de $Al_2O_3$ actual	40 por ciento de $Al_2O_3$ actual

- Notas:
- La muestra, aunque se trate de bauxita seca, es secada a  $105^\circ C$ . Queda así asegurado que el agua libre sea eliminada y no se remueva el agua combinada.
  - El porcentaje de alúmina será determinado así:
    - Para bauxita trihidratada: por diferencia entre el 100 por ciento y la suma de los porcentajes de sílice, óxido de hierro, titanio y la pérdida por ignición;
    - Para bauxita monohidratada: la alúmina se determina por la diferencia entre el porcentaje de óxidos combinados ( $R_2O_3$ ) y la suma de los porcentajes de óxido de hierro, óxido de titanio y pentóxido de fósforo. Los óxidos combinados ( $R_2O_3$ ) se determinan sobre la sílice filtrada luego de la reducción triácida de rutina;
  - La sílice se determina por el método de análisis estándar triácido;
  - Los compuestos de hierro que se consideran serán los de forma ferrosa calculados y expresados como FeO;
  - La pérdida por ignición se refiere al agua combinada, obtenida por calcinación y secado de la muestra.

### C. OBTENCIÓN DE LA ALÚMINA

Técnicamente existen varios procedimientos para obtener la alúmina de los diversos minerales que la contienen, pero la disponibilidad de abundantes minerales y combustible de bajo precio en varias partes del mundo, y el hecho de que la industria del aluminio se desarrolló dentro de pocas y poderosas compañías, han motivado que la mayor parte de la alúmina disponible en el mundo, se obtenga mediante el procedimiento Bayer.<sup>8/</sup>

#### 1. El procedimiento Bayer

##### a) Características fundamentales

Las características fundamentales de este procedimiento, que lo han llevado a predominar casi exclusivamente en la industria de la alúmina, son las siguientes: i) es un proceso alcalino; ii) es continuo; iii) se presta especialmente para tratar los trihidratos de bauxita, para lo cual emplea temperaturas y presiones bajas; iv) permite tratar también las bauxitas monohidratadas, aunque en este caso debe recurrirse a temperaturas y presiones elevadas; v) permite tratar bauxitas mixtas (mono y tri-hidratadas); vi) permite eliminar las impurezas del mineral, dando un producto puro y de gran valor comercial; vii) es sumamente elástico en cuanto a la calidad de las materias primas empleadas.<sup>9/</sup> viii) La mayor parte de la instalación no necesita elementos costosos.

---

<sup>8/</sup> Una cantidad no despreciable (20 por ciento) de la alúmina mundial se produce en Rusia y Noruega por el procedimiento Pedersen.

<sup>9/</sup> Conviene aclarar que esta elasticidad no presupone la posibilidad de variar continuamente las características de la materia prima empleada, sino que la planta puede ponerse en marcha con las características de la materia prima disponible, dentro de ciertos límites.

/b) Etapas

b) Etapas de este procedimiento (véase el gráfico II)

Comprende las siguientes etapas: i) disolución de la bauxita;  
ii) filtrado, lavado y concentrado; iii) calcinación.

i) Disolución de la bauxita. La bauxita secada (despojada del agua libre) y molida muy finamente, se disuelve en caliente y a presión, en una solución de soda cáustica;<sup>10/</sup> se presentan aquí dos variantes del procedimiento:

- si la materia prima consiste en bauxita monohidratada (es decir, que contiene monohidrato de alúmina), la operación se realiza a altas temperaturas y presión: 180 a 250°C y 20 a 50 kg/cm<sup>2</sup> (uso o práctica europea);
- si la bauxita es trihidratada (trihidrato de alúmina), la temperatura y presión se reducen: 130 a 150°C y 3.5 a 7 kg/cm<sup>2</sup> (uso o práctica norteamericana).

En esta forma, se consigue que la alúmina forme aluminato de sodio soluble y las impurezas (sílice libre, óxido de hierro y titanio, principalmente), forman un precipitado insoluble llamado "barro rojo". En este precipitado queda también un porcentaje de alúmina y soda cáustica, que es proporcional al porcentaje de sílice reactiva contenida en la bauxita utilizada como materia prima.

ii) Filtrado, lavado y concentrado. Aunque parte del "barro rojo" se separe ya por sedimentación, la solución de aluminato sódico, previamente enfriada, debe ser filtrada y enviada a precipitadores de agitación. El "barro rojo" separado ya totalmente es lavado y descartado como desecho. La solución de aluminato sódico precipita en hidrato de alúmina, para lo cual se envía a los precipitadores alúmina básica, que es la alúmina de grano fino obtenida en el mismo procedimiento. En estos precipitadores, controlando convenientemente el tiempo, la temperatura y agitación, como también las concentraciones de aluminato de sodio y soda cáustica, se puede regular la forma y tamaño de los granos en que precipita el hidrato de alúmina.

La solución cáustica que emerge en los precipitadores y que contiene todavía aluminato sódico en cantidad apreciable, es enviada nuevamente a los asimiladores donde se disuelve la bauxita, es decir, se reintegra a la etapa inicial.

Por una nueva filtración se separa el hidrato de alúmina y luego de lavado se envía a clasificadores húmedos donde es separada en fracciones o granos finos y gruesos; las primeras son enviadas a los precipitadores como "alúmina básica".

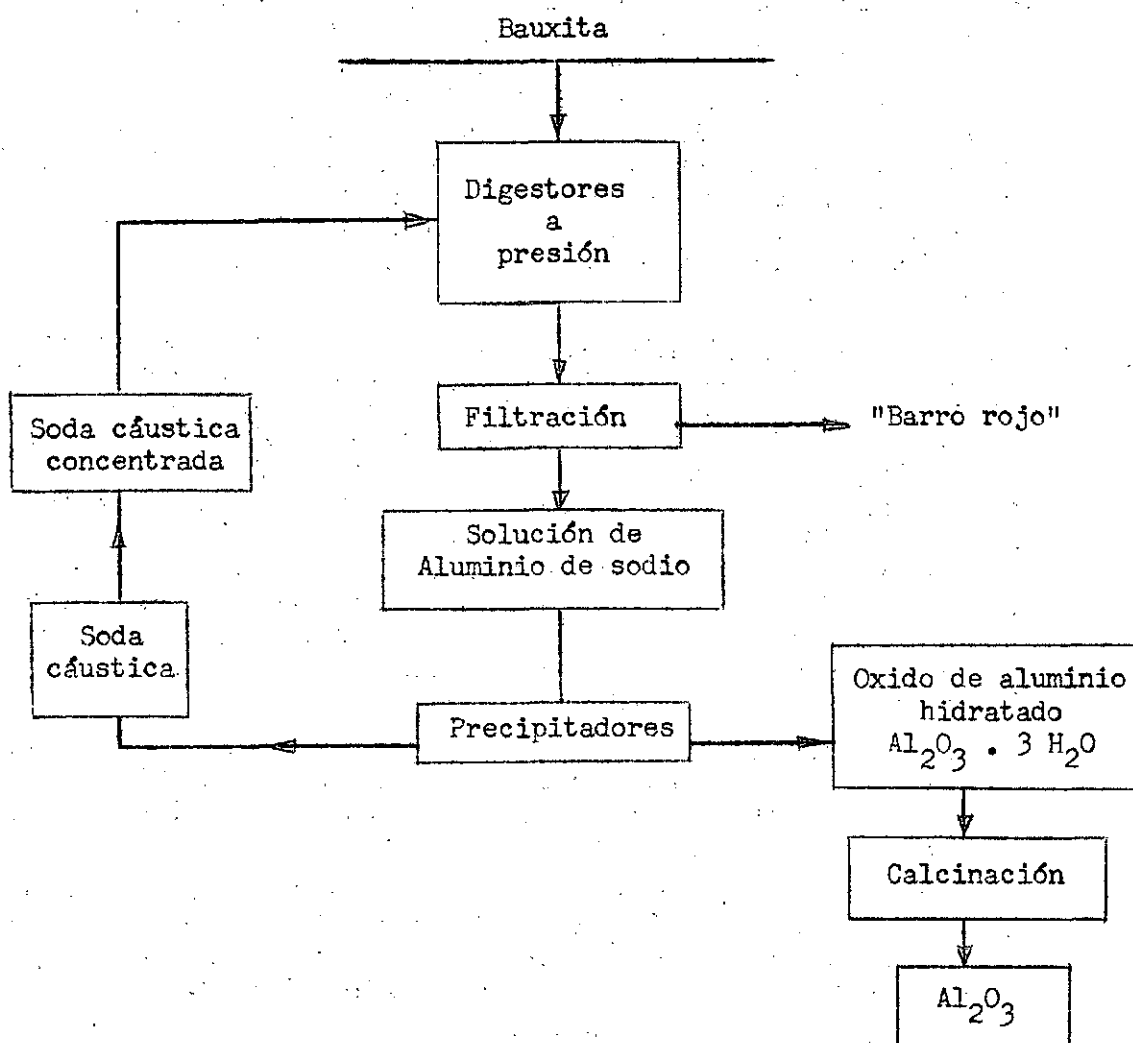
Dada la enorme cantidad de agua que se necesita para los lavados de la alúmina y el "barro rojo", ésta es recuperada en evaporadores de efecto múltiple.

---

<sup>10/</sup> Se suele usar también mezcla de soda caustificada con cal.

Gráfico II

DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO BAYER



iii) Calcinación. En esta última etapa, el hidrato de alúmina grueso obtenido en los clasificadores se calcina en hornos rotativos a petróleo o gas, a 1 150-1 250°C y una vez enfriado, se tiene la alúmina pura ( $Al_2O_3$ ) lista para ser sometida a electrólisis u otros usos.

c) Otras consideraciones sobre este procedimiento

Es de hacer notar que el procedimiento Bayer ofrece muchas variantes en lo referente a presión, temperatura y grado de causticidad de las soluciones, por imposición de las calidades de la materia prima utilizada. Además, el enorme incremento del consumo de aluminio, obligó a utilizar bauxitas con menor tenor de alúmina o con mayor porcentaje de impurezas. Estos cambios conducen a nuevos reajustes del procedimiento. Así, ya se mencionaron las variaciones de presión y temperatura que tuvo que afrontar la industria norteamericana a raíz del empleo de bauxitas mixtas mono y tri-hidratadas.

En los Estados Unidos, están funcionando plantas que trabajan a mucho mayor presión y temperatura que las europeas (230°C y 28 a 40 kg/cm<sup>2</sup>), lo que permite bajar mucho la concentración caústica de los baños, con un volumen menor de solución que deberá evaporarse y, en consecuencia, un menor consumo de vapor. Necesitan, en cambio, 6 a 10 etapas de flashing comparadas con las 2 a 4 de las plantas de baja presión. Parece que la característica principal de estas plantas, consiste en su gran elasticidad con respecto a la materia prima empleada, pudiendo tratar cualquier clase de bauxita, lo que hace prever la adopción de este sistema por las nuevas plantas que se instalan en ese país.

En oposición, en Guinea se construyó una nueva gran planta para tratar trihidrato por lixiviación a presión atmosférica con lo cual se consigue una planta mucho más simple y de costo de operación más bajo. Debe, en cambio, consumir más soda cáustica para lograr estabilizar la solución de aluminato de sodio. Esta planta permitirá obtener alúmina más barata, sobre todo donde se disponga de soda cáustica a bajo precio.

Debe tenerse en cuenta, finalmente, que la operación de filtrado es de gran importancia en el procedimiento Bayer; cuando ella se altera por ser conducida en forma estacionaria o cuando se rompe la tela de un filtro, el "barro rojo" continúa mezclado con el aluminato de sodio y aparecerán impurezas en el producto final.

/d) Efecto

d) Efecto de las condiciones físicas y químicas de la bauxita

En general, las condiciones físicas del mineral no tienen notable influencia en el procedimiento. La dureza es la que puede tener mayor influencia, dado el consumo de energía que demanda la trituración. En la especificación norteamericana que se transcribe en la parte B.7. de este mismo capítulo, se prevén las condiciones que se imponen al mineral de bauxita comercial para evitar estos inconvenientes al extraer la alúmina.

En cuanto a las condiciones químicas, aparte del valor fundamental que tiene el porcentaje de alúmina y el que ella se encuentre como mono o tri-hidratada, interesa referir la influencia de las impurezas:

i) Sílice. Se presenta en dos formas en la bauxita:

- sílice reactiva que forma arcilla y otros silicatos;
- sílice no reactiva, como arena, cuarzo, calcedonia etc.

En general, las bauxitas de bajo contenido de sílice, tienen tendencia a contener un porcentaje mayor de sílice no reactiva; cuando el mineral contiene más del 10 por ciento de sílice, el procedimiento Bayer directo no resulta económico, debiendo recurrirse al procedimiento "combinado", que se tratará más adelante.

Mientras la sílice "no reactiva" permanece inerte en el proceso, ocasionando únicamente su transporte inútil por todo el ciclo y saliendo parcialmente en el "barro rojo", la "sílice reactiva" se disuelve en el baño cáustico, reacciona químicamente con la alúmina y el hidróxido de sodio, formando probablemente grupos de compuestos del tipo de silicatos de aluminio, álcalis hidrosos etc., que precipitan y van al "barro rojo" llevándose valiosa alúmina y soda cáustica; considerada en peso, una parte de sílice reactiva contenida en la materia prima ocasiona la pérdida de 1.2 partes de cáustico y 1 de alúmina.<sup>11/</sup>

En resumen, al aumentar el contenido de sílice del mineral, la planta Bayer empieza a reducir su capacidad de producción, por empobrecimiento de las recuperaciones y por aumento del manipuleo de materiales; esta reducción puede llegar al 30 por ciento.

---

<sup>11/</sup> Cuando se trata de bauxitas monohidratadas, tratadas por el proceso de baja presión y temperatura toda la sílice - reactiva y no reactiva - reacciona químicamente aumentando la pérdida de alúmina. En este caso que la caída de rendimiento de la plata alcanza sus valores máximos.

- ii) Hierro. Se encuentra el hierro, cuando existe en la bauxita como óxido ferroso ( $\text{FeO}$ ), óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y carbonato ferroso ( $\text{FeCO}_3$ ). Cuando existen en exceso, actúan sobre la filtración (principalmente el óxido ferroso que puede ocasionar la rotura de las telas) y aparecen en la alúmina junto con otras impurezas del "barro rojo".

De los compuestos ferrosos, el carbonato obliga a aumentar el consumo de cáustico; también estos compuestos tienden a formar hierro coloidal en los baños o licores; al aumentar su densidad dificultan el filtrado, pudiendo aparecer en la alúmina. Solamente el óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) no tiene acción nociva, salvo la del manipuleo de un elemento improductivo.

Los inconvenientes que plantea el hierro suelen solucionarse, cuando se mantiene por debajo de un 10 por ciento utilizando filtros clasificadores; también suele agregarse almidón o fécula a los baños para facilitar la precipitación de estos compuestos ferrosos. No obstante, pese a estas técnicas que podríamos llamar "de defensa", lo común es establecer penalidades severas en el precio de mineral cuando se excede el tope del 6 por ciento en lo que respecta al contenido de compuestos ferrosos.<sup>12/</sup>

- iii) Titanio. Como no se disuelve durante el proceso, este metal pasa al "barro rojo" y es eliminado, siempre que el filtrado sea correcto. Se está procesando en la India, mineral con 10 por ciento de titanio, sin que éste pase a la alúmina. Sin embargo, con el proceso de alta temperatura y presión (práctica europea), la presencia de titanio constituye un problema.

En el aluminio, aunque sea en cantidades pequeñas, la presencia de titanio reduce grandemente la conductibilidad eléctrica.

- iv) Vanadio. Salvo en proporciones muy pequeñas, que pueden precipitarse con cal, el procedimiento Bayer no puede impedir que el vanadio aparezca en la alúmina. Esta imposibilidad carece de importancia porque las bauxitas conocidas tienen un contenido de vanadio que no constituye inconveniente.

---

<sup>12/</sup> Aunque con el procedimiento Bayer se tratan sin inconvenientes bauxitas que contienen hasta 30 por ciento de óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), en ciertas bauxitas la alúmina parece estar combinada con óxido de hierro hidratado insoluble y entonces se produce pérdida de aluminio lo que disminuye el rendimiento del proceso.

- v) Fósforo. Es soluble en los baños del procedimiento Bayer cuando su presencia en la bauxita es relativamente abundante; en este caso aparece en la alúmina dañando el proceso de reducción del aluminio. En consecuencia, debe exigirse un contenido suficientemente bajo de fósforo en el mineral.
- vi) Magnesio. Las bauxitas, solamente contienen vestigios de magnesio (MgO), que no aparecen en la alúmina.
- vii) Potasio. No se han comprobado efectos perniciosos en el procedimiento Bayer, fundamentalmente porque las bauxitas que se utilizan actualmente no contienen cantidades apreciables de dicho metal o sus componentes. 13/
- viii) Materias orgánicas. Cuando se usa continuamente bauxita carbonosa 14/ se forma materia orgánica en los baños (licores); ello ocasiona espuma, que puede llegar a interferir la precipitación y a provocar un apreciable oscurecimiento de los baños. Si la concentración llega a un cierto valor, aparece un reducido porcentaje de materia orgánica en la alúmina. A los fines de la industria del aluminio, esta materia orgánica no constituye problema porque desaparece por oxidación en los hornos de calcinación, pero si la alúmina va destinada a la industria del papel, en cuyo caso se usa hidratada y se cotiza por su blancura, el inconveniente es dañoso porque es necesaria una nueva y onerosa operación para blanquearla.

No se dispone de información sobre existencia de otras condiciones físicas o químicas de la bauxita que influyan sobre el procedimiento Bayer.

e) Insumos variables

En la obtención de la alúmina se utilizan los siguientes factores de producción variables: bauxita, soda cáustica (NaOH), vapor, energía eléctrica, combustibles para calcinación y mano de obra.

Los insumos necesarios por unidad de producto dependen de dos factores fundamentales, a saber: la calidad de la bauxita, considerada en un doble aspecto: primero su contenido aprovechable de alúmina y segundo, su calidad de mono o trihidratada; y las dimensiones de la planta. El rendimiento del procedimiento Bayer es proporcional al tamaño de la planta hasta un límite mínimo. De esas dimensiones dependen algunos insumos, aunque no todos, como puede verse más adelante en el cuadro 28.

13/ En cambio ha provocado problemas la potasa contenida en otros minerales diferentes a la bauxita.

14/ Es de este tipo la obtenida en Arkansas, Estados Unidos.



A continuación se verá más en detalle cada uno de estos insumos:

Bauxita: En principio y groseramente, puede determinarse la cantidad de alúmina recuperable de un mineral de bauxita aplicando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de Al}_2\text{O}_3 \text{ (extraible)} &= 100 \text{ por ciento Al}_2\text{O}_3 \\ & - (\text{porcentaje de SiO}_2) - \text{porcentaje de Fe}_2\text{O}_3 - \text{porcentaje de TiO}_2 \\ & - \text{porcentaje de H}_2\text{O} \end{aligned}$$

En consecuencia, se ve que la cantidad requerida está influida por algunas de las impurezas del mineral. Además, la bauxita trihidratada, tratada a baja presión y temperatura tiene mayor rendimiento que una similar monohidratada, tratada a alta presión y alta temperatura.

Se acepta generalmente que, según esas variables mencionadas, se necesitan en peso 2 a 3 partes de bauxita, por parte de alúmina calcinada obtenida. Las pérdidas inherentes al proceso en sí, pueden calcularse en 3 a 4 por ciento.

Cáustico: Su consumo depende fundamentalmente de la cantidad de sílice reactiva que contenga la bauxita y, en menor grado, del tipo de residuos del lavado. Según el cáustico usado, la pérdida del mismo durante el proceso será del siguiente orden:

para Na OH: 0.9 de la sílice reactiva  
para Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 1.2 de la sílice reactiva.<sup>15/</sup>

A estas magnitudes habrá que agregar un pequeño porcentaje como pérdidas de lavado, que dependerá de las características del filtrado del "barro rojo".

Vapor: El consumo de vapor es más variable, puesto que depende fundamentalmente del tipo de bauxita (mono o trihidratada), del tamaño de la planta y de la eficiencia del intercambiador de calor o termorre recuperador. Así se dan los siguientes valores máximos: (en toneladas vapor por toneladas de alúmina producidas):

bauxita trihidratada: 1.5 a 4  
bauxita monohidratada: 2.2 a 7

---

<sup>15/</sup> La soda solvay se utiliza combinada con cal apagada.

La diferencia de valores entre ambos tipos de bauxita es evidente, dado que en el primer caso se trabaja a baja presión y temperatura, mientras que en el segundo, sucede todo lo contrario. Los topes inferiores se refieren a los casos óptimos de tamaño de planta y calidad de la bauxita; los superiores a las condiciones opuestas.

Energía eléctrica: Su consumo aumenta con la disminución del tamaño de la planta y con la dureza de la bauxita porque, entre otras razones, la trituración previa insume mucha energía. Así, se dan a continuación algunas cifras tipo por tonelada de alúmina:

	<u>Plantas pequeñas</u>	<u>Plantas grandes</u>
bauxita monohidratada:	420 kWh	275 kWh
bauxita trihidratada:	300 "	200 "

Combustible para calcinación: Dado que el tamaño y tipo de hornos utilizados es similar en todas las plantas cualquiera que sea el volumen de producción, el insumo de combustible depende fundamentalmente de la capacidad de producción de la planta. Generalmente se utiliza fuel oil o gas natural.

Mano de obra: La cantidad de mano de obra necesaria depende de muchos factores incluyendo, desde luego, el tamaño de la planta. Influye mucho el hecho de que la planta esté integrada con una de reducción de aluminio o con una explotación de bauxita. En general, una planta de 500 a 1 000 toneladas por día de alúmina, automática, completa, necesita de 5 a 8 horas-hombre por tonelada de aluminio.

Insumos medios: Resumiendo lo expresado anteriormente, como insumos medios tipo se indican a continuación las cifras correspondientes a las siguientes condiciones:

Mineral: bauxita trihidratada de Surinam o Guayana Británica y monohidratada del sur de Francia, de las siguientes composiciones medias:

	<u>Trihidratada</u>	<u>Monohidratada</u>
	<u>Porcentajes</u>	
$Al_2O_3$	57	53
$SiO_2$	4	6
$Fe_2O_3$	5.5	25.5
$TiO_2$	1.5	3.0
$H_2O$	32.0	12.5

/Planta: moderna,

Planta: moderna, automática, de 1 000 toneladas métricas de alúmina calcinada por día.

Cifras: en unidades por tonelada de alúmina calcinada.

	<u>Trihidratada</u>	<u>Monohidratada</u>
Bauxita (toneladas)	2.1	2.5
Soda cáustica (kg)	80.0	140.0
Vapor (toneladas)	2.0	2.4
Energía eléctrica (kWh)	200.0	275.0
Combustible de calcinación, fuel oil (lts)	130.0	130.0
Mano de obra de fábrica directa, indirecta y mantenimiento (horas-hombre)	3.0	4.0

f) Tamaño de las plantas

Por haberse desarrollado la industria del aluminio, en su mayor parte, dentro de pocas compañías de gran magnitud, sus aspectos económicos, en las diferentes etapas, son difíciles de conocer. A pesar de ello, se dispone de los antecedentes necesarios para ofrecer un panorama económico general. Ese panorama varía según sean las condiciones particulares que se debe afrontar y resolver. La circunstancia de estudiar la producción de alúmina para abastecer el mercado interno diferencia el problema económico del caso en que se pretenda competir en el mercado internacional; similar será la diferenciación entre el caso de utilizar mineral propio o mineral importado; una planta que se instale como autónoma diferirá económicamente de otra que esté integrada con una explotación de bauxita o una planta de producción de aluminio; una que deba generar su propia energía eléctrica de otra que la compre en barras, etc.

Las combinaciones son múltiples y cada caso particular determinará por sí mismo la producción mínima económica; pero pese a ello, y con el único fin de fijar conceptos, pueden aceptarse los siguientes ejemplos típicos de producción mínima económica:<sup>16/</sup>

16/ Véase, Naciones Unidas El aluminio como industria de exportación (E/Conf.46/P/10), 4 de febrero de 1964.

- Para plantas de alúmina autónomas  
En Norteamérica, 100 000 a 165 000 toneladas/año  
En Europa, 50 000 a 60 000 toneladas/año
- Para una instalación integrada con una explotación de bauxita, destinada a exportar la alúmina, 100 000 a 165 000 toneladas/año
- Para una planta integrada con una de reducción de aluminio, destinada a satisfacer el mercado interno de un país en desarrollo, 30 000 a 40 000 toneladas/año.

El tope máximo está fijado actualmente por la capacidad de 1 000 toneladas/día (330 000 toneladas/año) que, muy probablemente, es el máximo económico que permite el proceso, aunque esto no excluye la posibilidad técnica de trabajar en paralelo con más de una de estas instalaciones.

g) Insumo de capital fijo

Los costos de inversión para una planta Bayer son bastante elevados. A continuación se dan algunas cifras para ciertos tipos de plantas; esos valores se refieren a la planta del aluminio autónoma, y corresponden a 1962 y a las siguientes condiciones:<sup>17/</sup>

Incluyen: Equipos, edificios, fundaciones, planta de vapor, distribución de energía y vapor dentro de la planta, manipuleo interno de materiales, oficinas, laboratorio, vestuarios, talleres de mantenimiento; e instalaciones de depósito y manipuleo para bauxita, combustible, alúmina, provisiones de operación y mantenimiento.

Excluyen: Todo lo referente a minería de la bauxita, de piedra caliza o toda planta auxiliar o complementaria; generación y transmisión de energía eléctrica hasta la planta; viviendas y servicios públicos; depósitos y transportes externos tales como ferrocarriles y caminos, etc.

En estas condiciones caben las cifras siguientes:

INVERSIONES EN DOLARES POR TONELADA DE CAPACIDAD  
ANUAL, EN PLANTAS DE ALUMINA

Capacidad anual (toneladas)	Para bauxita	
	Trihidratada	Monohidratada
40 000	Cerca de 230	Cerca de 250
100 000	170-210	190-230
165 000	140-180	160-200
330 000	110-150	140-180

Fuente: CEPAL, documento ST/ECLA/Conf.11/L.24.

En lo referente a los gastos de mantenimiento (materiales y equipos), ellos importan aproximadamente 3 dólares por tonelada de alúmina, para una planta de 1 000 toneladas diarias de capacidad, que trate trihidratos; y 4 dólares por tonelada, si se trata de monohidratos.

## 2. El procedimiento combinado

Buscando hacer económico el tratamiento de bauxita con alto contenido de sílice reactiva (más de 15 por ciento de  $\text{SiO}_2$ ), durante la segunda guerra mundial se ideó en los Estados Unidos, un procedimiento para recuperar la alúmina perdida en el "barro rojo", y se logró recuperar una gran proporción de esa alúmina.

Mezclando el "barro rojo" con piedra caliza y ceniza de soda, se sinteriza dicha mezcla en un horno de cochura a 1 250 grados centígrados y el sinter así obtenido se enfría, muele y lava con agua y se introduce nuevamente en el proceso de lixiviación. Como desecho queda un "barro marrón".<sup>18/</sup>

El uso de bauxita de baja calidad produce grandes cantidades de "barro rojo", el que a su vez requiere grandes cantidades de agua para lavarlo. Además, considerable cantidad de agua es necesaria en la lechada del sinter. Es así, que este proceso requiere una considerable evaporación para mantener la concentración adecuada del licor cuando se aplica el procedimiento Bayer. La evaporación más la energía adicional para procesar el "barro rojo" aumenta la necesidad de combustible lo que se traduce en mayor costo de producción de la alúmina.

En la actualidad existen dos plantas en Arkansas, Estados Unidos que usan el "procedimiento combinado". Estas plantas pueden competir económicamente porque están localizadas cerca del mineral de bauxita.

---

<sup>18/</sup> Este tratamiento del "barro rojo" suele llamarse procedimiento "cal-soda-sinter".

### 3. Procedimientos al ácido

Existe una variedad de procedimientos que se han utilizado y se ensayan todavía, que tienden a reducir la alúmina por medio de ácidos o soluciones de sales fuertemente ácidas, como el sulfato de amonio. Se utilizan especialmente para tratar minerales diferentes a la bauxita y que no son utilizables en el procedimiento Bayer, tales como arcillas diversas, cenizas ricas en alúmina, leucita, nefelina, andalucita, labradorita, alunita, etc.

Desde luego, estos procedimientos no pueden competir con el Bayer ni económicamente, ni en la calidad de la alúmina obtenida. Sus principales inconvenientes son: a) por ser soluble en ácidos, el hierro pasa como impureza a la alúmina. Remover esa impureza es difícil y costoso; b) por el poder corrosivo de los ácidos, es necesario utilizar instalaciones de acero inoxidable, caucho, etc.; materiales que son caros; c) algunos procedimientos dependen económicamente de otros productos tales como el potasio; d) a veces la última etapa exige la recuperación de la alúmina por calcinación de una sal (sulfato de aluminio); es ésta una operación difícil de ejecutar en escala industrial, como también lo es evitar que aparezca azufre en la alúmina.

Indudablemente se seguirán realizando, en diferentes partes del mundo, ensayos para obtener alúmina de minerales diferentes a la bauxita; estos ensayos cuentan con dos alicientes fundamentales: la disminución progresiva de las reservas de bauxitas de alto grado de alúmina; y la posibilidad de contar con plantas económicas más elásticas cuando se trata de abastecer el mercado interno. Dentro de estos ensayos, cabe mencionar los estudios preliminares efectuados con la alunita de Camarones (Chubut, Argentina), cuyas primeras conclusiones parecen indicar que la obtención de alúmina de ese mineral, por procedimientos ácidos, es técnicamente posible y sería económicamente atrayente si a la obtención de alúmina se pudiera agregar, como subproducto, la de sulfato de potasio y/o sulfato de aluminio y/o sulfato de amonio.

/Dentro de

Dentro de los procedimientos al ácido pueden citarse, aunque sin describirlos, el Buchner, el Kalunite, el de sulfito y otros que, en realidad, no han llegado todavía a la etapa comercial, como: tostado de ácido sulfúrico; lechada ácida de autoclave; lechada de ácido sulfúrico; clorinación; calcinación-leche de ácido sulfúrico, etc.

#### 4. El procedimiento Pedersen

Es este el único procedimiento que se ha desarrollado totalmente en escala comercial y compite con el Bayer; lo utilizan Noruega y la Unión Soviética que, en 1960, produjeron el 20 por ciento del total mundial de alúmina. Es un proceso de reducción, que se realiza en un horno eléctrico fundiendo mezclados bauxita, piedra caliza y coque; se obtiene así una escoria rica en aluminato de calcio y chatarra, que se utiliza como sub-producto. La escoria se somete a lixiviación con carbonato de sodio obteniéndose así una solución de aluminato de sodio y carbonato de calcio, que se precipita. Tratada luego esta solución de aluminato con anhídrido carbónico, precipita la alúmina hidratada que luego se calcina.

Existen otros procedimientos de reducción, que no han alcanzado escala comercial, tales como Hal Frary, Kuznetsovozhudovsky, Haglind, etc.

#### 5. Otros procedimientos

Aparte de los procedimientos para obtener la alúmina, ya mencionados, es decir: alcalinos representados por el Bayer y sus variantes; ácidos; y de reducción (Pedersen); existen otros tipos de procedimientos sin interés comercial por ahora. Son ellos los procedimientos de sinterización (Seailles-Dyckeroff; Peniakoff; Sepec) y uno de electrólisis.

## D. REDUCCION DE LA ALUMINA

Universalmente se utiliza para la reducción de la alúmina el procedimiento electrolítico, conocido como Hall-Héroult, por haber sido desarrollado simultáneamente en 1886 por Hall en los Estados Unidos y Héroult en Francia (véase el gráfico III). Desde luego, su empleo en la vasta escala comercial y los muchos años transcurridos han permitido perfeccionarlo constantemente.

Se describen a continuación los diferentes aspectos de este procedimiento.

1. Celdas o cubas electrolíticas

Se utilizan celdas rectangulares llamadas pozos (pots), cuyo tamaño depende del amperaje de la corriente utilizada. Constituyen el "cátodo" y se organizan en baterías de 30 a 150 celdas.

Las celdas grandes tienen una serie de ventajas, a saber: a) hasta un cierto límite, la inversión inicial disminuye con el aumento de tamaño de las celdas; tal límite parece estar en los 70 000 a 80 000 amperes; b) disminuyen la mano de obra de operación y justifican un alto grado de mecanización; y los siguientes inconvenientes: a) la operación es difícil, exigiendo personal más experto; y b) el elevado amperaje necesario obliga a una serie de medidas de ventilación para evitar el sobrecalentamiento de las celdas y también un diseño más cuidadoso y costoso de las barras colectoras, para evitar la formación de campos magnéticos perjudiciales.

En general, las plantas que trabajan por el sistema de ánodo recocido, utilizan celdas más pequeñas que las que se usan en el sistema Soderberg, según se aprecia por las siguientes cifras:

## TAMAÑO MÁXIMO DE CELDAS EN USO, 1962

(Miles de amperes)

Región	Sistema		
	Soderberg	Precocido <u>a/</u>	
		Convencional	Continuo
Norteamérica	130	85	-
Europa	128 <u>b/</u>	90	128

a/ El sistema precocido convencional utiliza ánodos pequeños. Actualmente se está utilizando en Europa un procedimiento continuo con grandes bloques de ánodos.

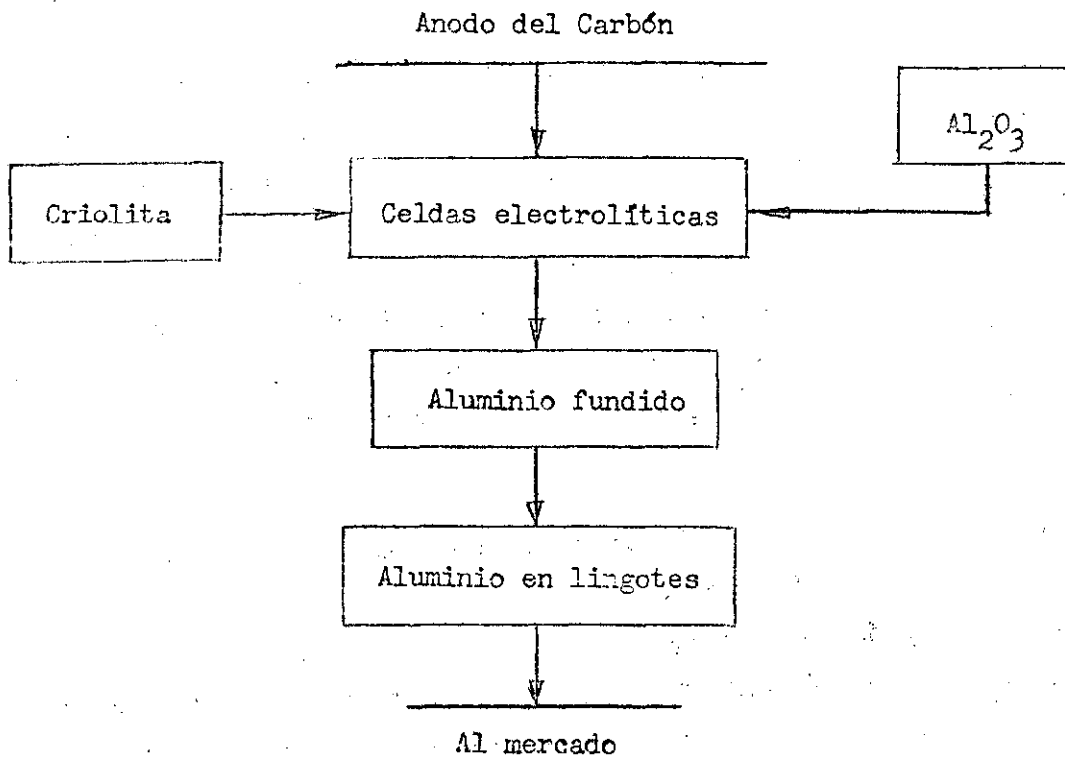
b/ En plantas de ensayo en gran escala, se ha llegado a 150.

/Gráfico III



Gráfico III

DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO ELECTROLITICO



No obstante, en las plantas más modernas en funcionamiento en Europa, Norteamérica y Japón, como también en las que se proyectan, se utilizan, con el sistema de precocido, celdas de 100 000 amperes.

Las celdas son de acero, con un revestimiento de bloques de carbón prequemado y pasta de carbón en rama; su objeto es, además de servir de cátodo, impedir que el baño, por sus condiciones químicas y alta temperatura, ataque el acero de las paredes de la celda y además se contamine. Este revestimiento está separado de la pared de acero de la cuba por una capa aislante y conectado a las barras que transmiten la corriente. Como capa aislante suele utilizarse la misma alúmina que es materia prima de la planta.

La organización de las baterías de cubas depende mucho del clima de la región, por las necesidades de ventilación. En los países fríos y templados, se coloca en cada nave del edificio de la planta una sola serie de cubas alineadas lado a lado, o dos series paralelas, en este caso alineadas las cubas extremo con extremo. En las zonas tropicales, en cambio, esta disposición ocasiona recalentamiento de las cubas y ambiente malsano por deficiente ventilación, y por ello debe colocarse en cada nave solamente una línea de cubas, adosadas extremo con extremo.

## 2. Anodos

Actualmente están en uso en el mundo dos sistemas de ánodos: el de carbón precocido y el Sorderberg.

### a) Sistema de ánodo precocido

Es el sistema más antiguo y consiste en varios bloques de carbón recocido como ánodos de cada celda, los que por medio de barras de acero quedan suspendidos en el baño y conectados a las barras conductoras de corriente.

Según la zona en que se instale la planta, estos ánodos pueden ser provistos por otro establecimiento o fabricados dentro de la misma planta de aluminio.

Como ya se mencionó, existen dos variantes de este sistema: el procedimiento tradicional o convencional que utiliza en cada cuba muchos bloques pequeños como ánodos y el procedimiento continuo de reciente desarrollo en Europa, que utiliza grandes bloques de ánodos y cubas mayores.

/Son ventajas

Son ventajas del sistema de ánodo precocido: i) a igualdad de los demás factores, menor consumo de energía, por la elevada conductividad del carbón precocido en relación con la parte de carbón que utiliza el proceso Soderberg; ii) mayor facilidad de operación por parte del personal que no sea muy experto; iii) el gas desprendido en el ánodo es más soportable y se limpia con facilidad, lo que simplifica la ventilación.

Son desventajas de este sistema: i) mayor dificultad para recolectar los gases, por el gran número de ánodos; ii) en los casos en que se fabrican en la planta, los problemas presentados por el taller destinado a esos fines; y iii) la necesidad de cambiar los bloques antes de que estén totalmente consumidos, para evitar que el baño ataque el acero de las barras de sostén y se contamine.

b) Sistema Soderberg

Consiste este sistema en un electrodo constituido por pasta de carbón no profundido, alimentado continuamente por la caja de ánodos. El cocimiento del carbón se realiza por el calor del baño electrolítico, dentro del cual va descendiendo continuamente el ánodo.

Son ventajas de este sistema: i) la planta necesaria para la preparación de los ánodos es mucho más simple y barata; ii) permite utilizar un solo ánodo por cuba; iii) la cantidad de mano de obra de operación requerida es menor; iv) los gases son más fácilmente recolectables por la existencia de un solo ánodo por cuba.

Son desventajas: i) a igualdad de las demás condiciones, mayor consumo de corriente; ii) la mano de obra requerida, aunque menor, debe ser más experta; y iii) los gases de ánodo son más ofensivos y complican el problema de la ventilación y de su neutralización, cuando ello es necesario, por la naturaleza de la zona circundante.

Como consecuencia de este análisis, resulta que ninguno de los dos sistemas puede ser señalado de manera absoluta como el más conveniente; ambos se hallan en plena competencia en el mundo y la decisión por uno u otro depende de factores completamente locales.

/Atendiendo a

Atendiendo a los costos de inversión, el proyecto de una planta con fabricación de electrodos precocidos anexa, no parece resultar económico, si la producción anual es inferior a 60 000-100 000 toneladas. Pero muy difícilmente se proyectará una planta de capacidad más reducida sin pensar en una expansión más o menos inmediata y, en tal caso, las directrices fundamentales estarán fijadas por el volumen futuro y no el inicial. Otras veces, las exigencias de ventilación por razones climáticas y las exigencias de purificación de los gases por el carácter agrícola de la zona circundante, llevarán al proceso de precocido, con prescindencia de los otros factores favorables o desfavorables.

Así, mientras las plantas construidas después de la guerra en Canadá, Japón, Unión Soviética, Europa y las de los Estados Unidos de la Reynolds Metal Company usan el procedimiento Soderberg, han recurrido al de precocido las plantas de Alcoa, Kaiser y Ormet en Estados Unidos y, antecedente muy importante, la más moderna planta construida en Suiza por la Aluminium Industrie Aktiengesellschaft, usa también este sistema.

### 3. Baños y procedimientos químicos

El problema del baño involucra dos aspectos: lograr que se funda la alúmina y obtener una buena conductibilidad eléctrica. Se obtienen esos efectos con una solución de criolita <sup>19/</sup> a la que se agregan otros compuestos tales como: una cantidad menor de fluoruro de aluminio ( $AlF_3$ ) y una pequeña porción de fluoruro de calcio.<sup>20/</sup> La criolita funde a 1 000 grados centígrados y disuelve la alúmina; la temperatura de fusión de la criolita disminuye a medida que aumenta la alúmina disuelta, llegando a un mínimo de 935 grados centígrados para un 16 por ciento de alúmina. Normalmente, se opera con 5 a 10 por ciento de alúmina y una temperatura en las celdas de 950 a 1 000 grados centígrados.

---

<sup>19/</sup> La criolita es un fluoruro doble de aluminio y sodio. La natural ( $Na_3AlF_6$ ) no es abundante y por ello se la reemplaza con la sintética ( $3NaF \cdot AlF_3$ ).

<sup>20/</sup> A veces se agrega una pequeña proporción (menos de 1 por ciento en peso) de soda Solvay ( $Na_2CO_3$ ).

En estas condiciones el aluminio se separa del oxígeno y se deposita en las paredes y el fondo de las celdas, mientras que el oxígeno se desprende en el ánodo en forma de monóxido y dióxido de carbono, al combinarse con el carbono del mismo. El monóxido no llega a ser peligroso porque al alcanzar la superficie del baño se quema (oxida) formando  $CO_2$ . En cambio, los gases de ánodo arrastran criolita, alúmina y compuestos de fluor. El aluminio metálico depositado en las celdas o cátodos es extraído periódicamente por golpeado, sifoneado o succión y fundido en lingotes. Este es el aluminio que abastece el mercado como aluminio virgen, primario o electrolítico.

#### 4. Tratamiento de los gases del ánodo

Los gases desprendidos en el ánodo son perjudiciales para la agricultura a causa de los compuestos de fluor que contienen; por ello las plantas modernas, antes de expelerlos a la atmósfera los someten a un proceso de purificación que les permite también recuperar parte de la alúmina y criolita que arrastran.

Se utilizan diversos métodos para esta operación, los que pueden llegar a ser complejos y caros cuando la región circundante reviste elevado valor agrícola.

En estos casos se recuperan las impurezas valiosas que llevan estos gases, como los fluoruros y algún otro producto de interés.

#### 5. Otros antecedentes relacionados con el procedimiento

La experiencia ha demostrado que, cualquiera que sea su origen, la presencia de las sustancias que se mencionan a continuación, producen los siguientes inconvenientes: a) la magnesia ( $MgO$ ) trastorna el proceso. Generalmente, no proviene de la alúmina; b) el potasio parece dañar el revestimiento de las celdas; y c) la presencia de alúmina en toda la planta, con su alto poder absorbente, complica y encarece notablemente el mantenimiento del equipo mecanizado.

## 6. Insumos

Los principales insumos variables en la reducción del aluminio están constituidos por: alúmina, energía eléctrica, fluoruros para los baños, carbón para los ánodos y mano de obra.

Aunque estos insumos influyen unos sobre otros, en general el volumen consumido está influido por: la magnitud de la planta, el sistema de ánodo empleado y la corrección en la operación.

### a) Alúmina

No influye en el proceso por cuanto su calidad es prácticamente estándar. La alúmina que entra a las plantas de reducción contiene arriba de 95 por ciento de  $Al_2O_3$  y el resto está compuesto en una mitad más o menos, por humedad y el sobrante por impurezas en el orden de milésimos o diez milésimos por ciento; estas impurezas son, según las bauxitas de origen, sílice, óxido férrico y óxidos de otros metales como Na, Zn, etc. Las plantas modernas consumen 2 toneladas de alúmina por tonelada de aluminio producido.

### b) Energía eléctrica

En principio, como ya se dijo, a igualdad de las demás condiciones, el sistema de ánodo precocido consume menos energía eléctrica por la mayor conductibilidad del carbón en esas condiciones. Aparte de ello, el consumo de energía disminuye con los siguientes factores:

- i) Tipo de celda. Actuando sobre el diseño de las celdas con el fin de disminuir la densidad de corriente, cátodos de menor resistencia (como se indicó precedentemente), u otras modificaciones que tiendan a este fin. En general estas modificaciones implican mayor costo de capital;
- ii) Barras colectoras. Un diseño más cuidadoso de las barras colectoras para disminuir su resistencia, aumentando la sección en los cruces, utilizando más aluminio y más cobre y disminuyendo los efectos nocivos de los campos electromagnéticos conduce a una disminución del consumo de energía eléctrica, pero también a costa de un aumento de capital invertido; y
- iii) Operación adecuada. Este es el factor que más influye en el consumo de energía eléctrica; depende del factor mano de obra, que debe ser experimentado en el tipo de operación empleada.

/En resumen,

En resumen, la economía en el consumo de corriente eléctrica más allá de un cierto límite, es función de su costo, comparado a las cargas de capital resultante de la mayor inversión necesaria para disminuir el consumo de energía eléctrica. Las cifras mínimas de consumo (14 000 a 15 500 kWh por tonelada,<sup>21/</sup> se consiguen en plantas muy modernas de Francia y Suiza de mayor inversión por tonelada. En países de energía eléctrica muy barata como Canadá y Noruega,<sup>22/</sup> los consumos están en el orden de 16 500 a 18 500 kWh por tonelada.

c) Fluoruros para baños

Como ya se ha mencionado, se utilizan criolita (natural o sintética), fluoruro de aluminio y fluoruro de calcio. La operación realizada con poca eficiencia aumenta mucho el consumo de estas sustancias. También aumenta el consumo con la temperatura del baño y con la acidez del mismo, aunque a veces conviene aumentar esa acidez para que la corriente eléctrica actúe más eficazmente.

Aunque los insumos no son grandes, el precio de los fluoruros es muy elevado, lo que obliga a fijar la atención en ellos. Es por eso que cuando son necesarias instalaciones de purificación de gases, se recupera de ellos todo el fluor posible. También se recupera, a veces, de los cátodos usados.

d) Carbón para ánodos

Se utiliza coque (de petróleo, "pitch coque" o "pitch") y alquitrán (o brea). El consumo de ánodos depende de: la calidad de las materias primas; la adecuada preparación de la pasta de carbón o de los ánodos de carbón precocido, según el proceso utilizado; y de la correcta operación del proceso (para evitar la combustión de los lados del ánodo y su desintegración).

---

<sup>21/</sup> Estas cifras corresponden a la energía eléctrica consumida por toda la planta. Cuando se dan cifras menores es porque corresponden al consumo exclusivo de las celdas.

<sup>22/</sup> Generalmente porque se trata de energía hidráulica con las instalaciones ya amortizadas.

El menor insumo de carbón de ánodos conocido es:

para precocido:	450-480 kg/tonelada
para Soderberg:	520-530 kg/tonelada

aunque son muchas las plantas que están en 600 a 700 kg/tonelada. Desde el punto de vista del insumo, es conveniente para la planta de reducción, preparar ella misma sus ánodos, porque así se consigue trabajar en estrecha cooperación y coordinación entre la planta de ánodos y las naves de reducción.

e) Mano de obra

La mano de obra es, en general, función del tamaño de la planta. Las cifras más bajas corresponden a las grandes plantas de Estados Unidos y Francia, automatizadas al máximo, en las que puede llegarse a valores tales como 11 a 14 horas-hombre por tonelada de aluminio producida. En estas grandes plantas la cifra está siempre debajo de 20 horas-hombre. Los valores más bajos se alcanzan a veces en las zonas más industrializadas, en las que ciertas funciones, como por ejemplo, mantenimiento y reparaciones, son afrontadas por medio de contratos exteriores.

En países poco desarrollados, en que una planta de este tipo debe organizarse de manera que satisfaga todas sus necesidades por sí misma, la cifra de mano de obra sufre un aumento considerable, influida también por la circunstancia de tratarse de plantas mucho más pequeñas. En estos casos, las cifras se elevan a 30 horas-hombre y más aún.

Para los procesos de la planta suele haber dos formas de utilizar la mano de obra, a saber: encargar a cada hombre la operación de un cierto número de celdas, de las cuales es responsable u organizar equipos que sirven una determinada función (por ejemplo, vigilancia y cambio de ánodos) en toda la planta. Este proceso es de transición hacia la mecanización de las tareas. El primer procedimiento requiere más mano de obra pero favorece la corrección de operación al fijar responsabilidades directas; el segundo cumple condiciones inversas, es decir, ahorra mano de obra pero ello puede ser en detrimento de la corrección de la operación.

/f) Insumos



f) Insumos medios

Resumiendo lo tratado precedentemente, se dan a continuación ejemplos de insumos medios. Corresponden a plantas de capacidad media (60 000 ton/año), bien mecanizadas, que utilizan celdas de 80 000 amperes. Los valores dados son por tonelada de aluminio metálico producido.

Designación	Unidad	Insumos	
		Precocido	Soderberg
Energía eléctrica	kWh	17 000	17 500
Alúmina	ton	2	2
Fluoruros	kg	2.5	3.5
Carbón precocido o pasta Soderberg	kg	500	500
Total mano de obra a/	horas-hombre	18	15
Provisiones de operación y mantenimiento b/	dólares	20	18

Fuente: Naciones Unidas (ST/ECLA/Conf.M/L.24), enero 28 de 1963.

a/ Incluye planta de carbón, mantenimiento, supervisión y mano de obra indirecta.

b/ Incluye reemplazo de cátodos.

7. Aspectos económicos de la producción

Como es evidente, el costo de la energía eléctrica es determinante en la reducción del aluminio, y no puede pensarse en su producción económica si no se dispone de energía eléctrica abundante y barata. A título de ejemplo, y para un valor comercial de 500 dólares por tonelada de aluminio virgen (1962), el aumento del costo de la energía eléctrica en medio centavo de dólar (5 milésimos) por kWh, producirá un aumento de 8.5 a 11.0 dólares en el precio del aluminio.

El análisis de la influencia del tamaño en los costos de operación y de inversión de una planta de reducción de aluminio es muy difícil porque influyen en este proceso multitud de variables regionales.

/Con respecto

Con respecto al volumen mínimo económico de producción existe la misma imprecisión y sería muy difícil, si no imposible, fundamentar teóricamente la conveniencia de una planta inferior a 20 000 o 30 000 ton/año. Además, la técnica de producción está íntimamente ligada al volumen de la planta; así, por ejemplo, los ánodos Soderberg no pueden aplicarse en celdas pequeñas.

Las inversiones para una planta de reducción son muy superiores a las de una planta de alúmina; así, la relación de inversión entre una planta de alúmina y la de reducción destinada a tratar su producción, estaría en 1:4. Si deseamos comparar a igual capacidad de producción (dado que se necesitan 2 toneladas de alúmina por una tonelada de aluminio), la relación varía 1:2, es decir, que una planta de reducción de alúmina exige una inversión doble que una de alúmina de igual capacidad de producción.

Se indican a continuación algunos ejemplos de inversión necesaria para instalaciones de reducción del aluminio, en los Estados Unidos, en dólares por tonelada de capacidad anual.

Capacidad (ton/año)	Tipo de ánodo	
	Precocido	Soderberg
20 000	1 000-1 300	900-1 200
50 000	750-1 050	700-1 000
100 000	650- 850	650- 850
200 000	500- 700	550- 750

Fuente: CEPAL, Pre-investment data on the aluminium industry  
(ST/ECLA/Conf.11/L.24), 28 de enero de 1963.

Estas inversiones comprenden: distribución de la energía eléctrica, instalaciones de reducción, instalación de preparación del carbón, talleres de fundición, servicios, iluminación y depuración de gases, manipulación de materiales, oficinas, laboratorios, vestuarios, talleres de mantenimiento, almacén y tratamientos (de alúmina, fluoruros, materiales para las instalaciones de carbón, lingotes y perfiles de aluminio y suministros para explotación y mantenimiento), edificios y cimentaciones.

/E. EVOLUCION

## E. EVOLUCION PROBABLE DE LA TECNOLOGIA DEL ALUMINIO

### 1. Elaboración de la alúmina

La tecnología moderna está en constante y rápida evolución y por ello no puede pretenderse que los procedimientos actualmente en auge permanezcan estacionarios. Varios factores están presentes ya y de ellos pueden destacarse como importantes los que se analizan a continuación:

a) Agotamiento progresivo de las reservas de bauxita con un alto contenido de alúmina

A pesar del considerable volumen de estas reservas, el incremento del consumo mundial de aluminio va llevando cada vez más rápidamente al agotamiento de las mismas, con dos consecuencias principales:

- i) Evolución de las técnicas para utilizar en las mejores condiciones posibles bauxita de contenido de alúmina cada vez menor o de mayor tenor de impurezas. A esa necesidad responde el nuevo procedimiento norteamericano de alta presión y temperatura, el que presenta como máxima ventaja su elasticidad en cuanto al tipo de bauxita que puede tratar. Dentro de esa misma línea de necesidad, cabe el procedimiento combinado.  

El uso de bauxitas más pobres producirá, inevitablemente, una caída de rendimiento de los procedimientos y un aumento de precio. Esto abrirá las puertas a procedimientos y minerales hoy no económicos, para su acceso al mercado mundial o, por lo menos, a mercados locales.
- ii) Dentro del orden de los adelantos tecnológicos puede mencionarse la planta de lixiviación a presión atmosférica (para trihidratos). Podrán aparecer otros adelantos de este tipo que faciliten y abaraten el producto.
- iii) Con respecto a la energía eléctrica, cabe recordar que es intenso el trabajo que se está realizando para poner en marcha centrales atómicas generadoras de energía eléctrica en condiciones económicas.
- iv) Considerando la intensificación de las experiencias con procedimientos de reducción directa del aluminio, se siguen experimentando y explorando los procedimientos ya conocidos por parte de las compañías aluminíferas, como se verá más adelante, las que invierten capitales importantes en experimentaciones y plantas experimentales. De tener éxito estos ensayos desaparecerán las plantas de alúmina al ser factible obtener el aluminio directamente del mineral en forma económica.

### /2. Reducción

## 2. Reducción de la alúmina

### a) Reducción electrolítica

La técnica de la electrólisis tiende a evolucionar según las siguientes directrices:

- Aumento de temperatura en las celdas, para hacer más económico el proceso.
- Mecanización al máximo posible de las operaciones, para ahorrar mano de obra.
- Otra directriz trata, en cambio, de disminuir la temperatura del baño y aumentar la conductibilidad del mismo adicionando otras sales, principalmente fluoruro de litio; éste, a la vez que aumenta la conductibilidad disminuye la temperatura de solidificación del baño. En estas condiciones, parece posible actuar con una densidad de corriente mayor sin aumentar el consumo de carbón. Sin embargo, los compuestos de litio son de alto costo y la baja densidad específica del fluoruro usado puede afectar la operación.
- Se está investigando también (British Aluminium Company, Kaiser Aluminium y Chemical Corporation), la utilización de metales refractarios para la construcción de los cátodos, tales como el diboride de titanio. Se obtiene así una buena conductibilidad eléctrica; una alta densidad de corriente y resistencia al baño de alta temperatura. Se espera de esta manera, obtener una apreciable reducción en el consumo de energía eléctrica y una prolongación en la vida del cátodo.

Se necesitarán todavía varios años de experiencias para concretar si las ventajas obtenidas compensan el alto costo de los nuevos materiales.

### b) Procedimientos directos

Desde hace mucho tiempo se trata de producir aluminio por reducción directa de los minerales, pero no se ha logrado llevar ningún procedimiento a la escala comercial. Sin embargo, importantes empresas dedicadas a esta industria, siguen investigando e invirtiendo capitales cuantiosos en los intentos de aplicar en escala comercial, principalmente dos procedimientos directos: el carbotérmico y el de subcloruro.

/i) Procedimiento

- i) Procedimiento carbotérmico. Se consigue una reducción parcial de la bauxita en un horno eléctrico, del que se obtiene una alúmina relativamente pura (corundum), y una aleación de hierro, sílice, titanio, algo de alúmina y otras impurezas. La alúmina fundida, con carbón puro es tratada en otro horno eléctrico, obteniéndose una mezcla de aluminio metálico y carburo de aluminio; separada esta mezcla, el aluminio puede ser fundido en lingotes y el carburo es devuelto al proceso.

Pechiney y Ugine han construido en Francia una planta experimental de 4 000-6 000 toneladas por año, que utiliza este procedimiento; esta planta ya está operando.

- ii) Procedimiento del subcloruro. También en este caso se reduce la bauxita con carbón en horno eléctrico, obteniéndose una aleación de aluminio con hierro, sílice, titanio y otras impurezas. Tratada esta aleación a alta temperatura con tricloruro de aluminio, se consigue volatizar el aluminio de la aleación como subcloruro de aluminio; este subcloruro, llevado a determinadas condiciones de presión y temperatura, se descompone según la fórmula:  
 $3 \text{AlCl}_3 = \text{AlCl}_3 + 2 \text{Al}$ ; el aluminio se funde en lingotes y el tricloruro vuelve al ciclo de reducción.

La Aluminium Laboratories Limited ha construido en Canadá una planta experimental de 6 000-8 000 toneladas por año de capacidad, que utiliza este procedimiento.



## Capítulo III

DISPONIBILIDADES Y PRECIOS DE LAS MATERIAS PRIMAS Y OTROS  
INSUMOS EN AMERICA LATINA

## A. BAUXITA

1. Producción y explotaciones

El continente americano es el principal productor de bauxita del mundo y cuenta con las reservas más importantes en cantidad y calidad, razón por la cual participa muy activamente en el intercambio mundial de este mineral. (Véase los cuadros 11 y 12 y nuevamente el cuadro 1.)

La producción mundial de bauxita superó, en el año 1962, la cifra de 32 millones de toneladas, correspondiendo a América Central y del Sur, aproximadamente 15 623 mil toneladas, es decir, más del 47 por ciento de aquel total. Sigue en orden de importancia, como región productora, Europa oriental, que en 1962 alcanzó la cifra de 7 546 mil toneladas, aproximadamente, y Europa occidental con 3 779 mil toneladas en igual fecha. Es visible la creciente participación de Africa (Repúblicas de Guinea y Ghana), la que elevó su producción de 494 000 toneladas en 1959, hasta 2 164 mil en 1962.

El cuadro 11 contiene cifras sobre el comercio mundial de bauxita, que resultan de estimaciones basadas en datos de producción, exportaciones e importaciones de alúmina y aluminio primario.<sup>23/</sup> En 1960, América Central y las Guayanas exportaron a otras regiones 10 962 mil toneladas de bauxita, cifra que representó aproximadamente el 81.8 por ciento del total de exportaciones mundiales. Africa sigue en orden de importancia como región exportadora, ya que totalizó en la misma fecha la cifra de 937 000 toneladas. Norte América (EE.UU. y Canadá) figura como principal región importadora. En el año 1960 absorbió el 84 por ciento aproximadamente del total de exportaciones mundiales. Se comprueba pues, que un elevado porcentaje del aluminio primario producido en EE.UU. y Canadá, el que alcanzó a 2 519 mil toneladas

---

<sup>23/</sup> Naciones Unidas, "El aluminio como industria de exportación", op. cit.

Cuadro 11 INTERCAMBIO MUNDIAL DE BAUXITA  
(Miles de toneladas)

Regiones o países exportadores	Regiones o países importadores	América Central	Argentina	Bolivia	Brasil	Colombia	Cuba	Chile	Ecuador	Guayana Británica	Guayana Francesa	Surinam	México	Paraguay	Perú	Uruguay	Venezuela	Africa	Europa occidental	Europa oriental	América del Norte	Oceania	Lejano Oriente	Países no determinados
<b>América Central</b>																								
	1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 196	-	-	-
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 004	-	-	-
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 200	-	-	-
<b>Brasil</b>																								
	1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Guayana Británica</b>																								
	1958	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	-	1 290	-	2	22
	1959	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	1 414	-	11	23
	1960	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119	-	1 967	-	8	29
<b>Surinam</b>																								
	1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 851	-	-	14
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 317	-	-	74
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 493	-	-	141
<b>Africa</b>																								
	1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	271	-	191	-	-	15
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	-	240	-	-	45
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	299	-	603	-	14	21
<b>Europa occidental</b>																								
	1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	447	-	-	-	21
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450	-	-	-	28
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	532	-	-	-	60
<b>Europa oriental</b>																								
	1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	585	-	-	-	-	9
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	566	-	-	-	-	97
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	748	-	-	-	-	116
<b>América del Norte</b>																								
	1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<b>Oceania</b>																								
	1958	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	-	-	-	-	-
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
<b>Lejano Oriente</b>																								
	1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	20
	1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	19
	1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	-	31

Fuente: E/CONF.46.P.10, op.cit.



Guadro 12

RESERVAS DE BAUXITA EN AMERICA LATINA

(Millones de toneladas)

País	Reservas	Porcentaje		Mineral potencial	Porcentaje
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
Jamaica a/	550	50		450	--
Surinam a/	200	58		200	--
Guayana Inglesa a/	80	58		70	--
República Dominicana b/	40	48 c/		40	--
Haití b/	23	47 c/		7	--
Brasil b/	40	59 c/		173	--
Guayana Francesa b/	-	60 c/		70	--
Costa Rica b/	-	--		150	--
Panamá	--	--		25	--
Perú	-	--		70	--
Venezuela	--	--		10	--
<u>Total</u>	<u>1 023</u>	--		<u>1 195</u>	--

a/ United States Bureau of Mines, Commodity Data Summaries, Febrero de 1962.

b/ United States Bureau of Mines, Mineral Facts and Problems, 1960,

c/ United States Department of the Interior, Bureau of Mines, Material Surveys: Bauxite.

/en 1960,

en 1960, dependió de bauxita y alúmina importadas. Las cifras muestran que aproximadamente un 46 por ciento de la bauxita producida en el mundo, es objeto de largos transportes marítimos, que varían entre 1 256 millas marítimas (distancia entre Jamaica y la planta de Reynolds ubicada en La Quinta, Estados Unidos), y 5 000, aproximadamente entre Jamaica y Kitimat en el Canadá.

## 2. Reservas de bauxita en América Central y América del Sur

### a) América Central

#### Zona del Caribe

El cuadro 12 contiene las reservas comprobadas y posibles de América Central y del Sur y su contenido de alúmina. (Véase el mapa I.) Los yacimientos ubicados en la región del Caribe, (Jamaica, Haití y República Dominicana), son los más importantes de la región y en ellos se concentran las mayores explotaciones mundiales. Son bastante similares en la estructura y en la composición química del mineral, que es de color amarillento debido al alto contenido de óxido de hierro, que oscila entre 15 y 25 por ciento.

Los minerales cuyo contenido de alúmina fluctúa entre 42 y 52 por ciento, son del tipo gibbsita y en pequeñas proporciones, bohemita (1 a 3 por ciento del total). En general, los depósitos se concentran en depresiones de caliza pura.

Las reservas de los yacimientos ubicados en Jamaica, varían entre varios miles de decenas de millones de toneladas de mineral. La potencia de los depósitos oscila entre algunos centímetros y 35 metros, debiéndose aclarar que actualmente no se explotan en escala comercial aquellos cuya potencia es inferior a 1.70 metros.

El mineral de los yacimientos ubicados en esta isla, posee una gran uniformidad química y bajo contenido de sílice. Un análisis de tipo medio, arroja los siguientes porcentajes:

	<u>Porcentajes</u>
Alúmina	50.65
Sílice	1.09
Oxido de Fe	19.53
Titanio	2.52
Pérdida por calor	26.2

AMERICA LATINA : PRINCIPALES YACIMIENTOS DE BAUXITA



Leyenda :

○ Yacimientos de bauxita

Fuente : CEPAL, Los recursos naturales en América Latina, su conocimiento actual e investigaciones necesarias en este campo.  
I. Los recursos minerales (E/CN.12/670/Add.1).  
Santiago de Chile. 1963

Los depósitos más importantes de Haití, están localizados en la península del Sur, en la meseta de Rochelois. El más importante de este lugar, cuenta con reservas del orden de 2.8 millones de toneladas, siendo la potencia media del depósito de diez metros aproximadamente.

Las reservas comprobadas en Haití, alcanzan a 23 millones de toneladas y la composición química media del mineral es la siguiente:

	<u>Porcentajes</u>
Alúmina	47
Sílice	3
Oxido de Fe	22

Los más importantes yacimientos de bauxita de la República Dominicana, están ubicados en la zona de Aceitillar, siendo la composición química media aproximada, la siguiente:

	<u>Porcentajes</u>
Alúmina	46/47
Sílice	1.6/5
Oxido de Fe	19/21

Los derechos mineros para la explotación de los yacimientos de la zona del Caribe están en manos de la Reynolds Ltd., Jamaica Mines Ltd.; Kaiser, Bauxites Company y Alcan (Jamaica); Aleva Mining Co. (República Dominicana); y Reynolds Mining Co. (Haití).

b) Resto de América Central

En general, las reservas de mineral exploradas, son de bajo contenido de alúmina y carecen de interés económico por el momento, como materia prima para la elaboración del aluminio.

En varios lugares de Costa Rica se encuentran depósitos de latoritas. Los análisis de los diferentes yacimientos muestran que no existe bauxita comercial. Sólo el mineral proveniente de San Isidro el General presentan algunas posibilidades de caer bajo la denominación de bauxita. El análisis medio de este yacimiento es el siguiente:

	<u>Porcentajes</u>
Alúmina	35.5
Sílice	30.9

/Este análisis

Este análisis pone de manifiesto la casi ausencia total de verdaderas bauxitas en este país. Sin embargo existen grandes extensiones de terreno con lateritas cuyo contenido de alúmina oscila entre 32 y 45 por ciento. Las reservas potenciales se estiman en 150 millones de toneladas distribuidas en 300 kilómetros cuadrados.

Panamá cuenta con reservas potenciales pero no existen análisis químicos de estos depósitos. Las reservas potenciales para este país se estiman alrededor de 25 millones de toneladas métricas.

c) Reservas de América del Sur

Los depósitos de bauxita están ubicados en dos grandes áreas. Una se extiende desde la Guayana Inglesa hasta la Francesa, ubicándose los depósitos al pie del cordón montañoso; otra abarca la región Centro-Sur del Brasil. Los minerales son del tipo gibbsita, existiendo pequeñas cantidades de bohemita, que oscilan entre 0.5 y 3 por ciento de las reservas totales.

Los depósitos de la Guayana Inglesa (véase el mapa II), se encuentran en zonas accesibles por vía fluvial, a 95 km aproximadamente de la costa. Se presentan en capas estratificadas, cuya potencia media es de unos 5.5 metros, dentro o bajo una formación sedimentaria. Hope es uno de los más importantes yacimientos, cuyas reservas se estiman en alrededor de 5 millones de toneladas, y está ubicado a orillas del río Demerara. A orillas del río Berbice el yacimiento Kwakwani tiene una producción de 600 000 toneladas anuales de bauxita.

La composición química media de los minerales de Guayana Británica es la siguiente:

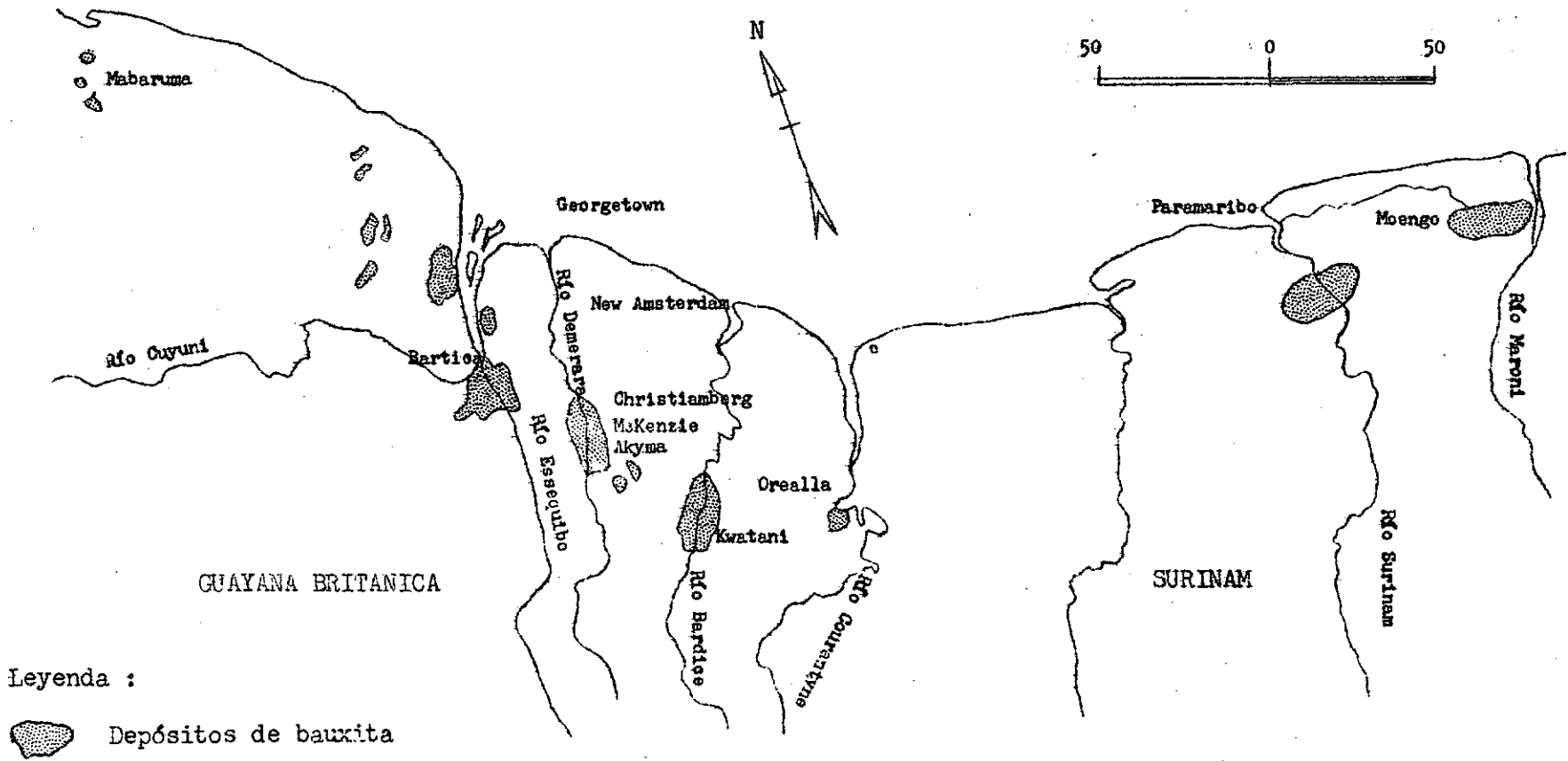
	<u>Porcentajes</u>
Alúmina	50-61
Sílice	3-12
Oxido de Fe	3

Las características geológicas de los minerales de la Guayana Holandesa (Surinam), son similares a los de la Guayana Inglesa, siendo su potencia media algo inferior. Ubicados a lo largo y al pie del cordón montañoso, son accesibles también por vía fluvial; la composición química media, es la siguiente:

Mapa II

GUAYANA BRITANICA Y SURINAM : UBICACION DE LOS PRINCIPALES DEPOSITOS DE BAUXITA

SI/ECIA/Conf. 23/L. 26  
Pág. 82



Fuente: Material Surveys, Bauxita, Dirección de Minas del Departamento del Interior de los Estados Unidos

	<u>Porcentajes</u>
Alúmina	59
Sílice	2
Oxido de Fe	6
Titanio	5

Los depósitos de la Guayana Francesa, están ubicados cerca de la frontera con Surinam y a distancias de la costa que oscilan entre 15 y 30 km. Uno de los más importantes, con reservas de 10 millones de toneladas aproximadamente, se encuentra a 95 km de Cayena y a 3 km de un río navegable por barcos de menos de 6 metros de calado. La composición química media de este mineral es:

	<u>Porcentajes</u>
Alúmina	60
Sílice	1
Oxido de Fe	0.3

Los derechos mineros para la explotación de los yacimientos más importantes de las Guayanas están en manos de las siguientes empresas: Alcan; Reynolds Metals Co.; Kaiser Aluminium; British Colonial Bauxita (Guayana Inglesa); y Alcoa (Surinam).

Tanto Alcoa como la Aluminium Co, de Canadá, trasbordan a barcazas la bauxita extraída de las Guayanas y la envían a Trinidad, donde dicho mineral es cargado en barcos de gran tonelaje.

El Brasil cuenta con importantes reservas de bauxita, localizadas en Poços de Caldas, en el límite entre los estados de San Pablo y Minas Gerais, en el sureste y oeste de este último estado, y en los estados de Espírito Santo, Río de Janeiro y Bahía. Reservas de bauxita fosfática, están ubicadas en la isla de Turiaçu, en la desembocadura del río Maracassume (Costa de Maranhao). Se estima que la región de Poços de Caldas, tiene reservas del orden de 167 millones de toneladas, la de Ouro Preto (sureste de Minas Gerais), 2 millones; la de Espírito Santo, 1 millón y la de Motuca (sureste de Minas Gerais), de 2 a 3 millones.

Las reservas de bauxita de la región de Poços de Caldas, se estiman en alrededor de 167 millones de toneladas, de los cuales unas 35 millones están cubiertas. Se trata de lateritas aluminosas, provenientes de la alteración de los tipos efusivos del magma hephelínico (phonolitos). Las características más importantes de estos depósitos, pueden resumirse así:

- i) El espesor del manto de composición bauxítica es del orden de 3 a 5 metros, siendo raramente sobrepasada la potencia máxima;
- ii) Muy comúnmente, las depresiones y pequeños valles no presentan bauxita, pues ésta ha sido destruida por la erosión;
- iii) El espesor del estéril superficial es del orden de 30 cm en general;
- iv) Pueden distinguirse cuatro tipos de minerales:
  - 1) mineral friable, de laterización, el más común, con 30 por ciento de  $H_2O$ , 8 a 9 por ciento de  $Fe_2O_3$ , 1 a 2 por ciento de  $TiO_2$ , 55 a 60 por ciento de  $Al_2O_3$ , 1 a 3 por ciento de  $SiO_2$ ;
  - 2) mineral duro, compacto, pesado, de carácter cristalino, que constituye una especie de "sombrero de gibbsita" en muchos yacimientos, proveniente de migración y cristalización de  $Al_2O_3$ ; análogamente el sombrero de hierro que recubre las lateritas mundiales. Composición media: 31 por ciento de  $H_2O$ , 5 por ciento de  $Fe_2O_3$ , 62 por ciento de  $Al_2O_3$ , 1 por ciento de  $TiO_2$ , 1 por ciento de  $SiO_2$ ;
  - 3) cascajo bauxítico, superficial constituido por ripio de bauxita pisolítica y concrecionaria, de recristalización. Contiene porcentajes variables de bauxita rodada o de alteración de ripios de la roca madre;
  - 4) mineral semicristalino o ultra micro-cristalino excepcionalmente puro con menos de 3 por ciento de  $Fe_2O_3$ . Es escaso y se presenta, ora concrecionario, pisolítico o en habas (Aterro y Brejão) ora en grandes masas (Capão do Leme).

La composición química media de la bauxita trihidratada procedente de Poços de Caldas utilizada por la Compañía Brasileira de Aluminio, durante un semestre del año 1964, fue la siguiente:

	<u>Porcentajes</u>
P.F.	30.21
$Al_2O_3$	57.94
$SiO_2$	2.66
$Fe_2O_3$	7.98
$TiO_2$	1.04
$MnO_2$	0.26

La bauxita extraída de los yacimientos en explotación en la región de Ouro Preto por la Compañía Aluminio de Minas Gerais, tiene la siguiente composición química media:

/Porcentajes



	<u>Porcentajes</u>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> aprovechable	40.0
Sílice reactiva	2.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.0
TiO <sub>2</sub>	3.0

Finalmente, la bauxita fosfática de Turiaçu, se ajusta a las siguientes características medias:

	<u>Porcentajes</u>
Alúmina	31
Fosfato	30
Oxido de Fe	7
Oxido de calcio	6
Sílice	7

Se han localizado depósitos de bauxita en Venezuela, ubicados en el Cerro Bolívar y en el distrito de Pao. Aun cuando no se posee información completa con respecto a la magnitud de las reservas y a la composición de la mena, todo parece indicar que se trata de minerales de bajo contenido de alúmina, sin interés económico actual.

Colombia carece de estudios e informaciones sobre este mineral. Uno de los yacimientos más conocidos es el de Llanos de Cuiva que tiene poca importancia tanto por su calidad y cantidad. En este depósito se han cubicado entre 1 000 y 2 000 toneladas de bauxita con el siguiente análisis medio:

	<u>Porcentajes</u>
Alumina	52
Sílice	17
Oxido de Fe	29

Se menciona la existencia de bauxita en la región de Ocaña-Abrigo y en la región Dabeida-Turbo. No se conocen detalles de estos depósitos. También se mencionan depósitos a lo largo de los ríos Guayabero y Apoporia al pie de la cordillera Oriental. Estas regiones presentan poco interés por su situación geográfica.

En la Argentina existen importantes depósitos no cubicados de alunita y arcillas ricas en alúmina, en las provincias de Chubut y Misiones. La Colorado School of Mines Research Foundation, realizó estudios y experiencias

/que probaron

que probaron la factibilidad técnica de producir alúmina de grado celda con alunita argentina procedente de yacimientos de Camarones (Chubut). Los cálculos preliminares indican que si resulta factible obtener ventajas con la producción marginal de sulfato de aluminio y/o sulfato de amonio, el desarrollo industrial podrá ser económicamente atractivo. La falta de experiencias y de estudios detallados posteriores a esta información preliminar impide llegar a conclusiones definitivas sobre el particular. La composición química de las alunitas estudiadas, es la siguiente:

	<u>Porcentajes</u>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.4
SiO <sub>2</sub>	23.4
SO <sub>3</sub>	26.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.6
CaO	0.2
MgO	0.06
K <sub>2</sub> O	5.05
NaO	1.37
Pérdida por ignición	14.8
Humedad	0.43

Existen indicios de la existencia de minerales aluminosos de baja ley al Norte del Perú. Un depósito ubicado a 40 km de Huancavélica, contiene reservas del orden de 70 millones de toneladas que cubren un área de 200 hectáreas, con un contenido de 40 por ciento de alúmina y 40 por ciento de sílice.

### 3. Los precios de la bauxita

Los grandes productores de aluminio, es decir, las compañías internacionales, controlan las principales explotaciones de bauxita, dada la importancia vital que tiene este abastecimiento y las ventajas económicas que se derivan de la integración del ciclo industrial. Como este mineral se usa también como materia prima para otros fines, lógico es que paralelamente, participen en la explotación de los yacimientos algunas empresas locales, aunque lo hacen en una escala comparativamente reducida. Por las razones expresadas y por la importancia que tiene la bauxita como factor de costos de producción, las explotaciones de los yacimientos más importantes se realizan aprovechando las ventajas de las economías de escala y utilizando medios de producción que por sus características técnicas

/aseguran las

aseguran las mayores productividades y los menores costos operativos. Consecuentemente, no existen mayores dificultades para adquirir bauxita a precios muy cercanos a los reales costos de venta. Como los precios responden a condiciones internas de cada empresa productora, están sujetos a notables variaciones según sean las características de los contratos de compra-venta, (cantidades y plazos de duración del contrato, características específicas exigidas al mineral etc.). Existen por estas razones, precios-base para un tipo dado de mineral, sobre los que se establecen sobrepuestos o castigos según el contenido de sílice, alúmina, óxido de hierro, otras características físico-mecánicas etc. Estas son las razones por las cuales aparecen tantas diferencias en los precios indicados en el cuadro 13, que ha sido preparado al sólo efecto de proporcionar una idea orientadora. (Véase el cuadro 13.)

#### B. ALUMINA

Aunque se trata de un producto intermedio, el hecho de que numerosas plantas la utilizan como materia prima de partida, aconseja hacer una breve referencia sobre su intercambio y precios. (Véanse los cuadros 14 y 15.)

Como quedó dicho en el capítulo I, la corriente de exportaciones mundiales de alúmina tiene menor importancia que la de la bauxita. A tal situación conduce la ponderación de los efectos que los distintos niveles de precios de los factores de producción tienen en cada lugar geográfico y otras razones técnico-económicas relacionadas con las dos etapas finales del ciclo primario: obtención de la alúmina y su reducción. Desde la zona de América Central y Sur, se realizan las principales exportaciones mundiales, las que en el año 1960 oscilaron alrededor de 665 000 toneladas, cifra que representa el 69 por ciento, aproximadamente, de la totalidad de las exportaciones. Norte América (Estados Unidos) y Europa occidental absorben la mayor parte del total de importaciones entre regiones, debiéndose señalar que la segunda utiliza un porcentaje mayor de alúmina importada para la producción de aluminio.

## Cuadro 13

ALGUNOS PRECIOS DE LA BAUXITA<sup>a/</sup>

(Dólares corrientes)

Lugar	Características	Condiciones	Año	Unidad	Precio
Estados Unidos	En bruto	F.o.b. mina o fábrica	1958	Tonelada larga	7.66
Estados Unidos	Deshidratada	F.o.b. mina o fábrica	1958	Tonelada larga	10.88
Estados Unidos	En bruto	F.o.b. mina o fábrica	1959	Tonelada larga	8.98
Estados Unidos	Deshidratada	F.o.b. mina o fábrica	1959	Tonelada larga	11.17
Surinam y Guayana Inglesa	Bases A 1203 53 por ciento - SiO <sub>2</sub> 4.5 por ciento - Humedad 2,5 por ciento.	F.o.b. puerto de embarque	1962	Tonelada larga	6.50 a 7
Jamaica	Inferior a la anterior.	F.o.b. puerto de embarque	1962	Tonelada larga	4.50 a 5.50
Francia	Bases A 1203 54/55 por ciento - SiO <sub>2</sub> 5 por ciento.	F.o.b. mina al sur de Francia	1962	Tonelada métrica	3.60
América del Sur y Caribe	-	Costo de producción	1964	Tonelada	1.75 a 5.50
Surinam, Guayana Inglesa e Islas del Caribe	-	Costo del trans- porte hasta fábricas de la costa del Golfo de México.	1964	Tonelada	3 a 4.50

Fuentes: Steel/Working Paper No. 295/Add.2, 19 de noviembre de 1964 y E/CONF. 46/V/10 op. cit.

a/ En general, las especificaciones básicas para fijar sobrepuestos o castigos son: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 50 por ciento; SiO<sub>2</sub>, 1.5 por ciento y FeO, 6 por ciento.

Cuadro 14  
 INTERCAMBIO MUNDIAL DE ALUMINA, 1960  
 (Miles de toneladas) <sup>a/</sup>

Regiones o países importadores \ Regiones o países exportadores	América del Sur y América Central	África	Europa occidental	Europa oriental	América del Norte	Oceanía	Lejano Oriente	Países no determinados
América Central	-	-	-	-	-	-	-	-
Argentina	-	-	-	-	-	-	-	-
Bolivia	-	-	-	-	-	-	-	-
Brasil	-	-	-	-	-	-	-	-
Colombia	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-
Chile	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecuador	-	-	-	-	-	-	-	-
Guayana Británica	-	-	-	-	-	-	-	-
Guayana Francesa	-	-	-	-	-	-	-	-
Surinam	-	-	-	-	-	-	-	-
México	-	-	-	-	-	-	-	-
Paraguay	-	-	-	-	-	-	-	-
Perú	-	-	-	-	-	-	-	-
Uruguay	-	-	-	-	-	-	-	-
Venezuela	-	-	-	-	-	-	-	-
África	-	54	20	-	-	-	-	-
Europa occidental	252	95	-	23	11	-	-	-
Europa oriental	-	-	3	-	-	-	-	11
América del Norte	373	20	-	-	-	5	79	-
Oceanía	-	-	-	-	-	-	-	-
Lejano Oriente	10	-	-	-	-	-	-	-
Países no determinados	30	-	-	3	-	-	-	-

Fuente: E/CONF.46/P/10, opacit.

<sup>a/</sup> Las cifras se refieren indistintamente a toneladas largas o métricas.

Cuadro 15

ALGUNOS PRECIOS DE LA ALUMINA

(Dólares corrientes)

Lugar	Características	Condiciones	Año	Unidad	Precio
Francia	-	Valor medio	1960	Tonelada métrica	75 a 76
Estados Unidos	-	Precio interno probable	1961	Tonelada	60
Puerto de embarque extranjero no determinado a/ b/	Calcinada	-	1961	Tonelada corta	63.40
New Orleans	-	-	1964	Tonelada corta	63.00
Suiza	-	Valor medio de importación <u>c.i.f.</u> frontera	1961	Tonelada métrica	70.8
Puerto puerto peruano	-	-	1962	Tonelada métrica	75 - 80
Estados Unidos g/	Calcinada	Valor promedio	1961	Tonelada corta	75.60
Estados Unidos g/	Calcinada	Valor promedio	1962	Tonelada b/	74.10
Puerto de embarque extranjero no determinado g/ a/	Calcinada	-	1962	Tonelada b/	58.65
Suiza	-	Valor medio de importación <u>c.i.f.</u> frontera	1962	Tonelada métrica	71.60

Fuente: STEEL/Working Paper N° 295/Add.2, 19 de noviembre de 1964 y E/CONF.46/P/10, op.cit.

a/ Japón.

b/ Por el sistema de medidas utilizado en los Estados Unidos, probablemente sean toneladas cortas.

g/ Datos del Departamento de Minas de los Estados Unidos.

/Las disponibilidades

Las disponibilidades y precios de la alúmina pueden variar entre amplios límites, según sean los intereses en juego en los contratos de compra-venta concertados entre empresas independientes. Si hay interdependencia económica concurrente entre comprador y vendedor, ambos productores de aluminio, los precios tendrán un nivel más bajo que si una empresa integrada vende dicho material a otra competitiva en la comercialización del producto. Además, es lógico suponer que, tratándose de empresas con intereses económicos o comerciales en pugna, se presenten graves inconvenientes para que la una venda alúmina a la otra. Por eso, no deben extrañar las dificultades que deben enfrentarse en muchos casos, para obtener alúmina. Sin embargo, tratándose de contratos de compra-venta a largo plazo y por cantidades de cierta importancia, no habrá dificultad en disponer de empresas abastecedoras. Como no existen en el mercado las cotizaciones que son características de otros materiales, los criterios para fijar los precios de venta de la alúmina no se regulan según un patrón uniforme, como puede inferirse de la observación del cuadro 15.

### C. COMBUSTIBLES

Varios países de América Latina cuentan con combustibles sólidos, líquidos y/o gaseosos que intervienen en las etapas del ciclo básico de producción del lingote de aluminio primario.


#### 1. Carbones minerales

Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Perú y Venezuela cuentan con reservas de carbones minerales de calidad variable, tanto en lo relacionado con el contenido de cenizas como con el poder calorífico. La explotación de los yacimientos alcanza cierta envergadura en Brasil, Chile, México y Colombia, pero los costos de explotación resultan sumamente elevados en toda la región y los yacimientos no tienen, en general, una ubicación favorable para abastecer económicamente a la industria del aluminio. (Véase el mapa III.)

AMERICA LATINA : PRINCIPALES YACIMIENTOS DE CARBON



Leyenda :

 Reservas principales  
clasificadas de acuerdo  
con el volumen cubicado

Fuente : Oxford University Press, The  
Shorter Oxford Economic Atlas  
of the World, Second Edition,  
1959



## 2. Petróleo y gas natural

Toda la región sigue en su conjunto, la tendencia mundial a reemplazar gradualmente el carbón, por derivados pesados del petróleo. Argentina, Venezuela, Colombia, México, Perú, Ecuador y Bolivia cuentan con satisfactorias reservas comprobadas de petróleo. (Véase el mapa IV.) El gas natural es abundante en Venezuela, Chile y Argentina, debiéndose aclarar que en los dos primeros países el mercado es muy escaso y se pretende acrecentarlo mediante la aplicación de bajos precios de fomento. Una consideración especial, merece el gas natural de Chile y Argentina, ya que existe la posibilidad de utilizarlo eventualmente para la generación de energía eléctrica. La composición y poder calorífico del gas natural disponible para tales fines, es la siguiente:

<u>País:</u>	<u>Argentina</u>	<u>Chile</u>
<u>Lugar o Zona:</u>	Comodoro Rivadavia	Punta Arenas
<u>Componentes en porcentajes del volumen:</u>		
Metano	84.8	94.0
Etano	6.6	Nº indicado
Propano	2.7	Id.
Poder calorífico superior	9 350 cal/m <sup>3</sup>	12 000 cal/m <sup>3</sup>

El cuadro 16 muestra los precios estimados para los combustibles, en zonas determinadas de varios países seleccionados de América Latina. Dichos precios están expresados en dólares corrientes y se calcularon partiendo de los vigentes en el mercado. El tipo de cambio utilizado en cada caso, resultó de la ponderación del poder adquisitivo de las monedas locales. (Véase el cuadro 16.)

## 3. Energía eléctrica

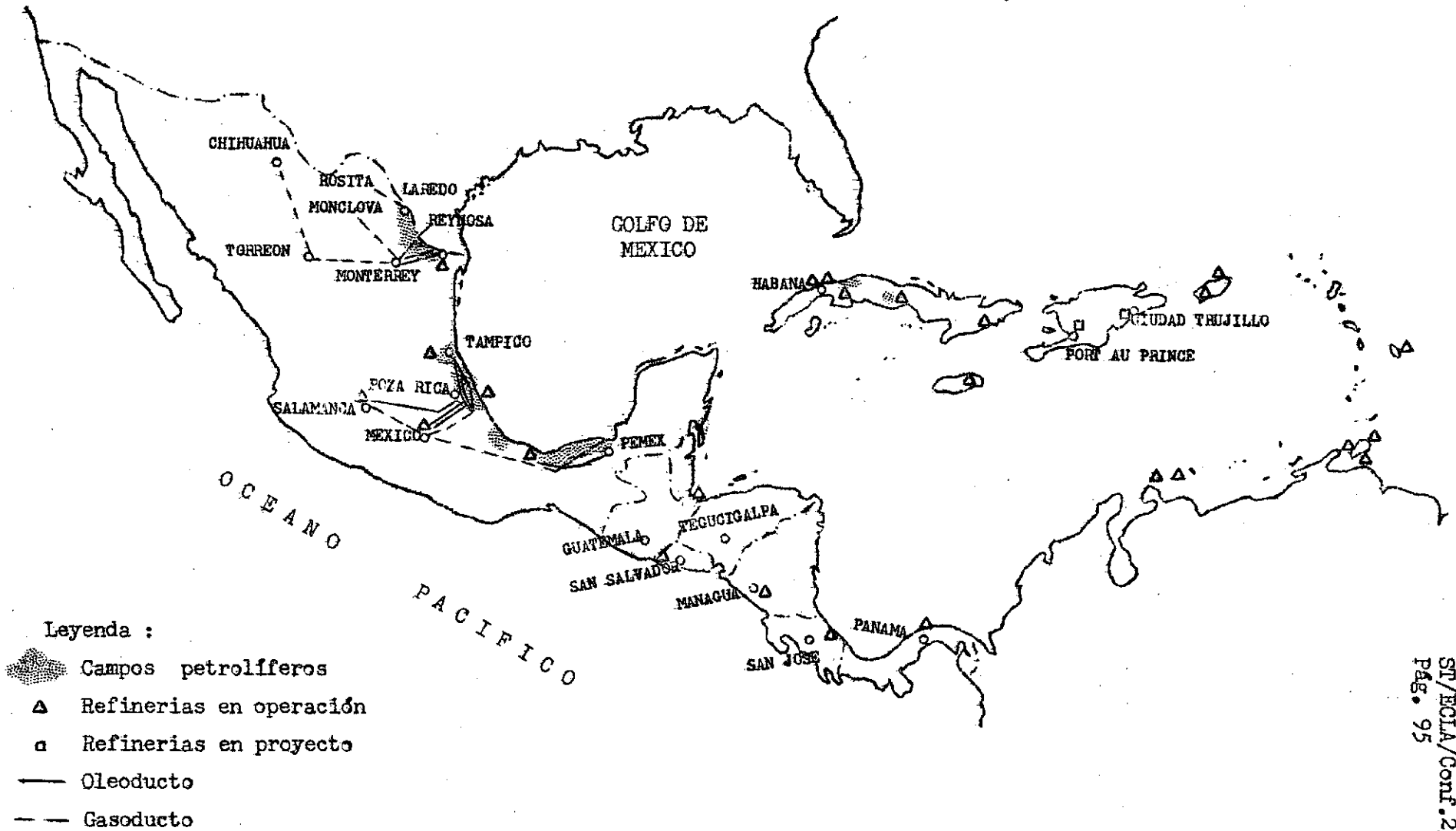
Al margen de las posibilidades que presenta el gas natural para la generación de energía eléctrica, interesó especialmente analizar las disponibilidades y probables precios de la energía de origen hidráulico.

AMERICA DEL SUR : MAPA DE REFINERIAS Y  
CAMPOS PETROLIFEROS, OLEODUCTOS Y GASODUCTOS








Mapa IV-B

MEXICO Y AMERICA CENTRAL : MAPA DE REFINERIAS Y CAMPOS PETROLIFEROS, OLEODUCTOS Y GASODUCTOS



Leyenda :

-  Campos petrolíferos
-  Refinerías en operación
-  Refinerías en proyecto
-  Oleoducto
-  Gasoducto

Fuente: CEPAL

Cuadro 16

## CUADRO GENERAL DE PRECIOS C.I.F. PLANTAS HIPOTETICAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE COSTO

(Dólares corrientes)

Elementos de costo	Unidad	Argentina	Brasil	Chile		México	Perú	Venezuela
		Puerto Madryn	Pópos de Caldas	Puerto Montt	Punta Arenas	Vera- cruz	Pisco	Guayana
Flete ferroviario	Tonelada-kilómetro	0.01085	0.01085	0.01085	-	0.01085	0.01085	0.01085
Flete fluvial	Tonelada-milla	0.00508	0.00508	0.00508	-	-	0.00508	0.00508
Flete marítimo	Tonelada-milla	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Capataz	Hora-hombre	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.96
Mano de obra altamente calificada	Hora-hombre	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.23
Mano de obra calificada	Hora-hombre	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.98
Mano de obra no calificada	Hora-hombre	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.86
Alúmina importada	Tonelada	68.23	-	72.12	69.96	72.74	69.08	64.44
Antracita calcinada	Tonelada	-	54.17	-	-	-	-	-
Brea seca para pasta de electrodos	Tonelada	71.99	72.47	61.57	73.91	69.65	60.09	66.28
Carbonato de sodio	Tonelada	55.10	54.60	43.50	45.00	52.78	42.00	48.00
Coque de petróleo	Tonelada	-	38.27	-	-	-	-	-
Coque de petróleo calcinado	Tonelada	59.54	59.02	47.90	49.82	45.93	46.44	52.63
Criolita sintética	Tonelada	221.79	221.27	210.15	212.07	209.27	203.67	214.86
Energía eléctrica (hidroeléctrica)	Kwh	0.004	0.004	0.003	-	0.004	0.005	0.0025
Fluoruro de aluminio	Tonelada	341.79	341.27	330.15	332.07	328.18	328.67	334.86
Fluoruro de calcio	Tonelada	56.77	56.27	45.20	47.00	43.27	43.00	50.00
Fuel oil	Tonelada	20.00	30.29	32.77	30.61	20.00	20.50	11.20
Gas natural	Miles de m <sup>3</sup>	0.0034 a/	-	-	0.0034 b/	-	-	-
Mezcla de brea de hulla de alto y bajo punto de ablandamiento	Tonelada	-	71.47	-	-	-	-	-
Nitrato de amonio	Kilogramo	-	0.80	-	-	-	-	-
Seda cadstica	Tonelada	-	97.72	-	-	-	-	-

a/ De 8 900 calorías por metro cúbico.

b/ De 10 000 calorías por metro cúbico.

El aprovechamiento del potencial hidráulico conocido en la región es del orden del 7 por ciento.<sup>24/</sup> Esta energía aparece desuniformemente distribuida en los distintos países. Perú, Venezuela, Brasil, Bolivia, Ecuador, Colombia y Chile cuentan con reservas potenciales muy abundantes, que presentan condiciones técnico-económicas favorables para su explotación. (Véase el mapa V.) Algo análogo ocurre en la Argentina, aunque comparativamente, sus reservas globales son menores. Si bien en los últimos tiempos se evolucionó favorablemente en el conocimiento y aprovechamiento de estos recursos, corresponde señalar que en la mayoría de los países, existen proyectos para la instalación o ampliación de centrales hidroeléctricas no ejecutados, por la escasa disponibilidad de capitales para tal fin.

En general, los gobiernos de los países latinoamericanos ejercen una acción preponderante en la generación y comercialización de la energía eléctrica, participando activamente en ellas y estableciendo medidas directas de regulación y fijación de precios. En general, las tarifas no guardan correlación con los costos de venta reales, y son inferiores a ellos. La existencia de tal política regulativa de los precios de la energía hidroeléctrica en particular, y los interrogantes que plantea el análisis de las probables tendencias de aquella política, restan solidez técnico-económica a las conclusiones que puedan extraerse de la aplicación de tales tarifas para los cálculos de costos de producción del aluminio primario.

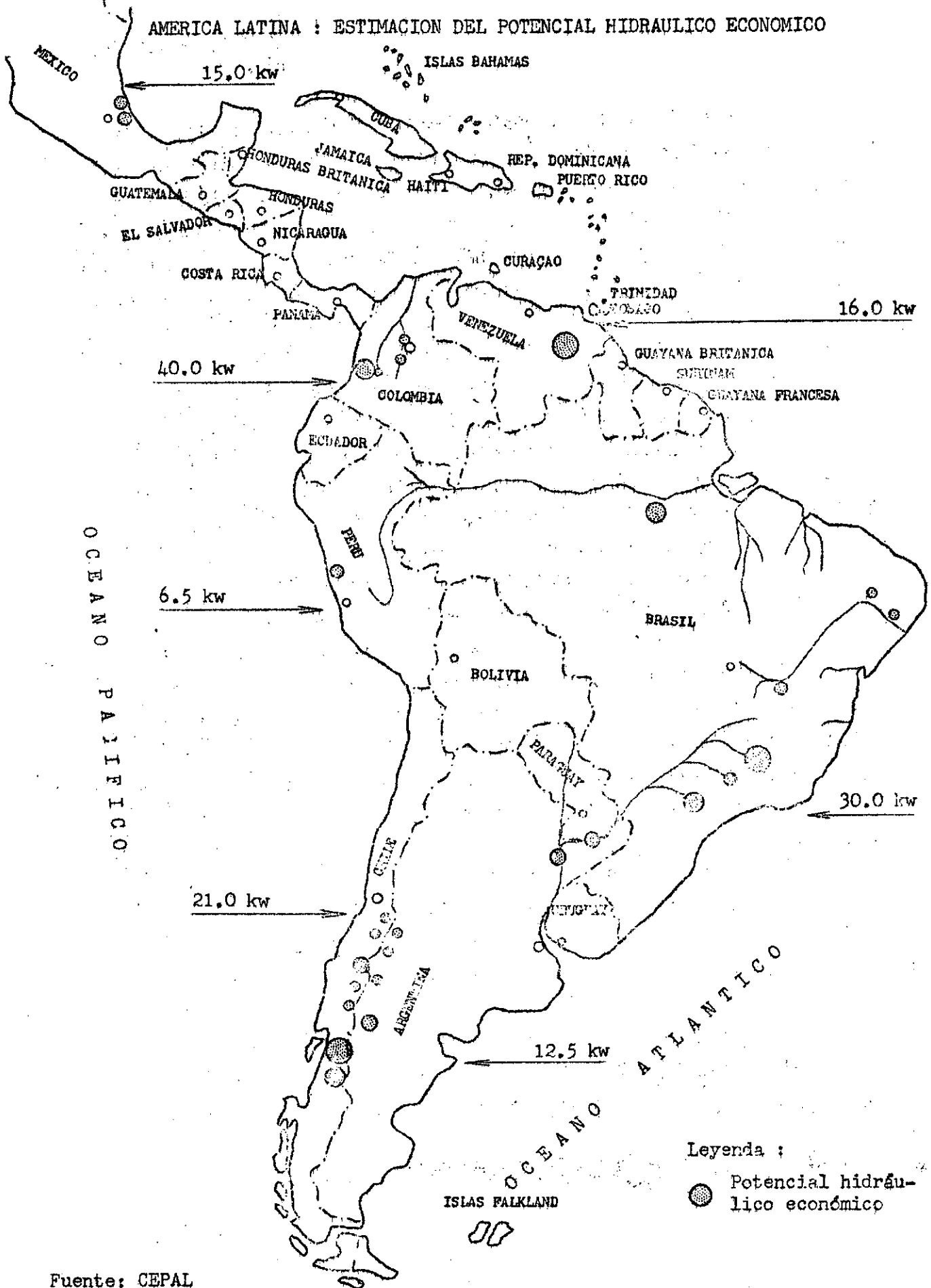
No obstante estas dificultades, las que se derivan de la escasez de datos completos sobre las características de los aprovechamientos y sobre valores suficientemente discriminados de las inversiones requeridas, se intentó estimar groseramente los probables costos de generación y precios de venta en algunas centrales seleccionadas de la región. Para ello fue necesario establecer algunas hipótesis básicas y aplicar un procedimiento común a los cuales se hace referencia a continuación:

a) Las informaciones obtenidas sobre las inversiones demandadas por las centrales existentes y sobre las estimadas en proyectos o estudios de factibilidad realizados para el aprovechamiento de importantes recursos

---

<sup>24/</sup> CEPAL, La energía en América Latina, (E/CN.12/384/Rev.) 1° diciembre, 1956.

AMERICA LATINA : ESTIMACION DEL POTENCIAL HIDRAULICO ECONOMICO



hidráulicos en Argentina, Chile, Brasil, Perú y Venezuela son, en casi todos los casos, globales. Atendiendo a las características especiales de estas centrales existentes o proyectadas y utilizando precios tipo de base, se estimaron los probables costos de los siguientes rubros: obras principales y complementarias, edificios y equipos electromecánicos. Los resultados de estas estimaciones para cada una de las centrales, se indican en el cuadro 17.

b) Se fijaron tasas de depreciación comunes para los edificios, obras hidráulicas y máquinas electromecánicas de las centrales hidroeléctricas seleccionadas encuadradas dentro de límites habituales. El cuadro 18 contiene las tasas de depreciación y las cifras que indican las cuotas anuales para cada central.

c) Para el proyectado aprovechamiento del complejo Chocón-Cerros Colorados, en la Argentina, se estimó la parte de la inversión que puede ser absorbida por el riego, la que aparece indicada en el cuadro 17 ya citado.

d) La estructura de capital de cada empresa, se determinó a base de las siguientes hipótesis:

- i) Los créditos a largo plazo, que equivalen al 50 por ciento de la inversión total, son acordados por instituciones internacionales y nacionales y por proveedores de máquinas y equipos. El plazo medio de amortización es de doce años, y el interés medio alcanza a 6 por ciento anual.
- ii) El capital en acciones, representa el 50 por ciento de la inversión total.

e) El cuadro 19 resume, para cada central seleccionada, las cargas anuales por concepto de intereses por los créditos a largo plazo y su incidencia por GWh producido. Se estimó conveniente gravar los costos con un interés medio, para lo cual se supuso que los cálculos corresponden a un período en que ya se amortizó la mitad de estos créditos. En ese caso, tal interés oscilará alrededor del 3 por ciento de la inversión total. (Véase el cuadro 19.)

f) El costo directo de operación de las centrales se calculó utilizando los precios de los elementos de costo indicados en el cuadro 16 mediante el siguiente procedimiento:

Cuadro 17

ESTIMACION DEL COSTO DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN ALGUNAS CENTRALES  
 HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS EN AMERICA LATINA

Detalle	Unidad	Argentina	Brazil	Chile	Perú	Venezuela	
Ubicación	-	Neuquén	Miras Gerais San-Pablo	San Pablo	Puerto Montt	Pomacocha	Guayana
Nombre de la central	-	Crocon y C. Colorados	Yaguara	San Miguel	Fuelo	Mantaro	Manca-gua I
Tipo	-	Embalse	Pasada	Pasada	Embalse	Pasada	Embalse
Año de inauguración	-	Proyecto	Proyecto	Proyecto	Proyecto	En cons- trucción	1961
Capacidad	MW	1 100	483	59	130	660	370
Energía producida (año medio)	GWH	4 800	2 495	305	940	2 860	2 592
Factor de utilización	Porcentaje	49.8	59	59	86	50	80
Distancia de transmisión a planta de aluminio	Kilómetro	500	200	100	40	260	20
Inversiones (totales)	(milas dolares)	177 500	68 537	12 897	26 000	194 700	59 940
Costos civiles	"	128 200	46 937	9 497	19 100	164 700	43 440
Instal. electromec.	"	49 300	21 600	3 400	6 900	30 000	16 500
Inversión por kw	"	161.3	141.9	218.6	200.0	295.0	162.0
Inversión atribuible a regulación (riego)	"	32 000	-	-	-	-	-
Inversión atribuible a energía	"	145 500	68 537	12 897	26 000	194 700	59 940
<b>Costo de operación anual:</b>							
a) Materiales de consumo y auxiliares	"	2 465.0	1 296.0	940.0	586.0	1 500.0	1 165.0
b) Gastos de conservación y renovación	"	727.0	411.0	129.0	208.0	580.0	420.0
c) Jornales y sueldos	"	190.0	142.0	126.0	142.0	170.0	142.0
d) Gastos de capital	"	5 510.0	2 714.4	487.8	983.0	6 268.0	2 273.4
e) Gastos de administración y ventas	"	1 000.0	450.0	60.0	144.0	510.0	330.0
f) Gastos financieros de explotación	"	441.0	246.0	59.0	99.0	241.0	210.0
<b>Costo total de ventas en</b>							
<b>barras de la central:</b>	"	10 733.0	5 259.4	1 201.8	2 162.0	9 269.0	4 540.0
Costo de transmisión	"	7 830.0	1 852.0	284.0	403.0	3 605.0	626.0
Costo directo de transmisión	"	366.0	145.0	72.0	30.0	190.0	16.0
Intereses y depreciación por líneas de transmisión, inclu- yendo pérdidas	"	7 464.0	1 707.0	212.0	373.0	3 415.0	610.0
<b>Costo total de ventas en</b>							
<b>barras de la planta de</b>	"	18 553.0	7 111.4	1 485.8	2 565.0	12 874.0	5 166.0
<b>aluminio</b>	"	18 553.0	7 111.4	1 485.8	2 565.0	12 874.0	5 166.0
Costo total de ventas: 1 kw	"	0.0039	0.0028	0.0049	0.0028	0.0045	0.0020
Utilidad (10 por ciento del capital en acciones)	"	7 275.0	3 426.9	644.9	1 300.0	9 735.0	2 997.0
Valor de las ventas anuales	"	25 838.0	10 538.3	2 130.7	3 865.0	22 609.0	8 163.0
Precio de venta de 1 kw en barras de la planta de aluminio a/	"	0.0054	0.0042	0.0070	0.0042	0.0079	0.0031

a/ Sin incluir impuestos.



Cuadro 18

ESTIMACION DEL MONTO DE LAS DEPRECIACIONES ANUALES EN DISTINTAS  
 CENTRALES HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS  
 EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA a/

(Miles de dólares)

Potencia instalada MW	Argentina	B r a s i l	Chile	Pará	Venezuela	
Rubros	1 100	483	59	130	660	370
Accesos, terrenos, casa de máquinas, presa y canales	66 200	33 237	6 697	13 400	144 700	31 940
Tasa de depreciación anual (porcen- tajes)	1	1	1	1	1	1
Monto de la depreciación anual	662.0	332.4	67.0	134.0	1 447.0	319.4
Casa de máquinas y edificios varios	30 000	13 700	2 890	5 700	20 000	11 500
Tasa de depreciación anual (porcen- tajes)	2	2	2	2	2	2
Monto de la depreciación anual	600.0	274.0	57.8	114.0	400.0	230.0
Máquinas electromecánicas	49 300	21 600	3 400	6 900	30 000	16 500
Tasa de depreciación anual (porcen- tajes)	5	5	5	5	5	5
Monto de la depreciación anual	2 465.0	1 080.0	170.0	345.0	1 500.0	825.0
<u>Depreciación total anual</u>	<u>3 727.0</u>	<u>1 686.4</u>	<u>294.8</u>	<u>593.0</u>	<u>3 347.0</u>	<u>1 374.4</u>
Incidencia por GWH producido	0.7764	0.6759	0.9666	0.6509	1.1703	0.5302

a/ Corresponde exclusivamente a la parte de la inversión destinada a la generación de energía eléctrica.

Cuadro 19

AMORTIZACION DE LOS PRESTAMOS A LARGO PLAZO EN DISTINTAS CENTRALES  
 HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS EN  
 ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA

(Miles de dólares)

Potencia instalada MW	Argentina	B r a s i l		Chile	Perú	Venezuela
Rubros	1 100	485	59	130	330	370
Créditos a largo plazo a/	72 750	34 269	6 449	13 000	97 350	29 970
Intereses del crédito (promedio 3 por ciento)	2 183	1 023	193	390	2 921	899
Cuota de amortización b/	6 062	2 855	537	1 083	8 112	2 497
Total intereses y amortizaciones	<u>8 245</u>	<u>3 883</u>	<u>730</u>	<u>1 473</u>	<u>11 033</u>	<u>3 396</u>
Producción anual GWH	4 800	2 495	305	911	2 860	2 592
Incidencia de intereses por GWH producido	0.45	0.41	0.64	0.43	1.02	0.35

a/ Se supone que 50 por ciento de la inversión total se financia mediante créditos a largo plazo.

b/ El plazo medio es de 12 años.

/i) Mano

- i) Mano de obra y sueldos. Para cada caso, se estableció la fuerza de trabajo total necesaria y su incidencia por GWh producido;
- ii) Los gastos por concepto de materiales de consumo y auxiliares, se calcularon adoptando porcentajes que varían entre 5 y 10 por ciento del costo de las máquinas, según sea la capacidad instalada;
- iii) Los gastos de conservación y reparación, representan porcentajes que varían entre el 0.5 y 1 por ciento del costo total de la central.

g) Para proporcionar una idea orientadora de las necesidades medias de capital circulante, se efectuaron los cálculos cuyos resultados aparecen resumidos en los cuadros 20 y 21. Al respecto corresponde aclarar lo siguiente:

- i) Los márgenes de crédito teórico supuestos incluyen créditos bancarios (15 por ciento del capital en acciones de cada empresa) y descuentos de pagarés (15 por ciento del volumen anual de ventas). Las cifras que indican este crédito teórico total están contenidas en el cuadro 20. Son inferiores, en general, a los porcentajes máximos autorizados por las cartas orgánicas de los bancos centrales de los países de América Latina. El interés medio correspondiente a aquellos márgenes anuales, se estimó en diez por ciento;
- ii) Los valores del activo y del pasivo están discriminados en el cuadro 21. Dadas las condiciones especiales en que operan las empresas de electricidad, el rubro "Deudores varios" alcanza cifras comparativamente reducidas, ya que la mayoría de los pagos son al contado. Por otra parte, los montos correspondientes a cuentas en mora representan un porcentaje también muy bajo del total de cuentas por cobrar. Del lado del Pasivo, el monto correspondiente a "Acreedores varios", indica que se ha supuesto que las empresas cancelan los compromisos dentro de plazos normales;
- iii) El inventario de materias primas y materiales se calculó atendiendo especialmente a las necesidades derivadas de gastos por concepto de materiales de consumo, de conservación y reparación y auxiliares.

Si los supuestos indicados precedentemente se cumplieran, las empresas obtendrían sobrantes de capital circulante, que oscilan dentro de límites no discordantes con la envergadura de los costos operativos totales.

h) Los valores que resultan de los cálculos auxiliares precedentes se indicaron en el cuadro 17, que contiene, de esta manera, la incidencia de los distintos factores que hacen al costo de venta en barras de la central. (Véase nuevamente el cuadro 17.)

Cuadro 20

MARGENES DE CREDITO BANCARIO, CORRESPONDIENTES A EMPRESAS DEDICADAS A  
 LA EXPLOTACION DE CENTRALES HIDROELECTRICAS INSTALADAS O  
 PROYECTADAS EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA

(Miles de dólares)

Potencia instalada MW	Argentina	B r a s i l		Chile	Perú	Venezuela
Rubros	1 100	483	59	130	600	370
Capital en acciones de la empresa	72 750	34 269	6 449	13 000	97 050	29 970
Crédito bancario directo (máximo 15 por ciento del capital)	3 637	2 056	516	780	1 947	1 800
Descuento de pagarés (máximo 15 por ciento del volumen de ventas)	768	399	72	205	457	300
Total del crédito	<u>4 405</u>	<u>2 455</u>	<u>588</u>	<u>985</u>	<u>2 404</u>	<u>2 100</u>
Interés del crédito	440.5	245.5	58.3	98.5	240.4	210.0

Cuadro 21

ESTIMACION DE LAS NECESIDADES DE CAPITAL CIRCULANTE EN DISTINTAS CENTRALES  
 HIDROELECTRICAS INSTALADAS O PROYECTADAS EN  
 ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA

(Miles de dólares)

Potencia instalada MW	Argentina	B r a s i l	Chile	Perú	Venezuela	
<b>Hibros</b>	1 100	483	59	130	370	
<b>Activo</b>	<u>4 480</u>	<u>2 359</u>	<u>561</u>	<u>1 005</u>	<u>2 498</u>	<u>2 199</u>
Existencias de repuestos y varios	2 828	1 501	404	690	1 500	1 375
Deudores varios (aproximada- mente un mes de ventas)	1 600	830	150	304	950	800
Efectivo (5 por ciento del costo de operación)	52	28	7	11	48	24
<b>Pasivo</b>	<u>4 845</u>	<u>2 705</u>	<u>656</u>	<u>1 100</u>	<u>2 644</u>	<u>2 329</u>
Acreedores varios (dos meses de compras)	440	250	68	115	240	229
Crédito bancario	4 405	2 455	588	985	2 404	2 100
Necesidad (-) o sobrante (+) de capital circulante	(+)365	(+)346	(+)95	(+)95	(+)146	(+)130

/i) Los

i) Los costos de transmisión de la energía se calcularon suponiendo que el total de la energía generada, se transporta hasta plantas industriales usuarias hipotéticas. Estas últimas se seleccionaron luego de una evaluación tentativa de los factores de localización a la que se hará expresa referencia en el capítulo siguiente. Atendiendo a las exigencias que impone la tecnología del aluminio, se aclara que el costo de transmisión incluye gastos de capital que, en el caso de transmisión a grandes distancias, y siempre que no exista posibilidad de interconexión con otra central, se adicionan los gastos derivados de la doble línea de alta tensión. Los costos operativos de transmisión resultantes ponderan, en la medida permitida por los antecedentes disponibles, las características de las redes, distancias de transporte y otros factores locales. Las pérdidas de potencia estimadas no superan en ningún caso al ocho por ciento.

j) Calculados los costos totales de venta en cada planta usuaria, se estableció como hipótesis general que la utilidad de la empresa de electricidad, alcanza a 10 por ciento del capital en acciones. Nótese que la mayoría de las empresas hidroeléctricas existentes en América Latina son estatales y, en consecuencia, no están gravadas con impuestos directos ni indirectos, hecho que indujo a excluirlas de los cálculos.

Los precios de venta teóricos, indicados en el último renglón del cuadro 17, sólo tienen carácter orientador para proporcionar una primera idea de la importancia técnico-económica de cada aprovechamiento hidroeléctrico. Pueden diferir de los reales, en tanto no resulten aplicables las hipótesis simplificativas adoptadas como base. Corresponde señalar, sin embargo, que estos precios teóricos, son superiores en general, a los calculados en proyectos o estudios de viabilidad ejecutados. Debido a la imposibilidad de realizar, por el momento, cálculos más exactos, se utilizarán tales precios teóricos en los cálculos preliminares del capítulo siguiente.

/D. CARBONATO

#### D. CARBONATO DE SODIO Y SODA CAUSTICA

Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Perú y Venezuela cuentan con producción local de soda cáustica y solamente Brasil, Colombia, Chile y México producen carbonato de sodio. Ambos productos se fabrican en cantidades que no satisfacen la demanda local. A pesar de que la producción de soda cáustica alcanza relativamente altos niveles en Argentina, Brasil y México, dichos países deben importar cantidades que representan entre el 45 y el 60 por ciento del consumo aparente. Solamente Colombia ha alcanzado un nivel de producción de soda cáustica y carbonato de sodio que satisface totalmente la demanda interna. La estrechez de los mercados nacionales, el elevado costo de la energía eléctrica y la falta de demanda para el cloro, que actúan conjunta o parcialmente según el país de que se trate, encarecen el costo de producción de la soda cáustica obtenida por electrolisis. Por otro lado, la soda cáustica fabricada por vía química partiendo de la soda solvay, carece de la pureza exigida para ciertas aplicaciones, resultando además negativamente afectada la economía de producción debido a la estrechez de los mercados. Algo similar puede decirse con respecto a la fabricación de la soda solvay. Aunque en algunos casos se dispone de yacimientos de materias primas de buena calidad y favorablemente ubicados, la reducida demanda afecta la economía de producción. En otros casos no se cuenta con una conjunción económica de las principales materias primas necesarias para la fabricación.

Los precios de la soda cáustica son en general muy elevados, alcanzando en ciertos países, niveles que superan el equivalente de 300 dólares la tonelada.

Dada la escasez de la producción de soda cáustica y de carbonato de sodio en la región, en los cálculos del capítulo siguiente se adoptaron los precios c.i.f. plantas hipotéticas ubicadas en determinados lugares de los países seleccionados. Dichos precios se calcularon tomando como base los correspondientes precios f.o.b. de los Estados Unidos y se indican en el cuadro 16.

El análisis típico aproximado del carbonato de sodio que se utiliza como ingrediente para la reducción de la alúmina por vía electrolítica, es el siguiente:

/Densidad bruta

Densidad bruta	960 kg/m <sup>3</sup>
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	98.8 por ciento
SiO <sub>2</sub>	0.007 por ciento
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001 por ciento
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.002 por ciento

E. FLUORURO DE ALUMINIO Y SODIO (CRIOLITA SINTETICA), CRIOLITA NATURAL, FLUORURO DE ALUMINIO Y FLUORURO DE CALCIO

En algunos países existe la posibilidad de fabricar los productos fluorados, partiendo de espatofluor de origen local; pero en general, no existen antecedentes ni estudios suficientes para entrar a considerar las perspectivas económicas de esta fabricación. De cualquier manera y en mérito a las consideraciones precedentes, conviene basar el análisis de la industria del aluminio en la región en el supuesto de que estos fluoruros se importan totalmente. En el cuadro 16 se indicaron los precios c.i.f. plantas hipotéticas ubicadas en los países seleccionados, calculados partiendo de precios de exportación f.o.b. puerto de los Estados Unidos.

A continuación se definen las principales características de estos productos fluorados.

1. Fluoruro de aluminio y sodio (criolita sintética)

Este fluoruro es el principal ingrediente del baño electrolítico en las plantas de aluminio, y se suministra generalmente envasado en bolsas de 60 kg. Debe ajustarse a las siguientes especificaciones aproximadas:

	Porcentaje	
Na	31-33	
F	51-52	
Al	13-14	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2	máx.
SiO <sub>2</sub>	0.5	"
Ca	1.0	"
H <sub>2</sub> O	0.5	"
Pb	0.005	"

/Como sustituto



Como sustituto de la criolita sintética, puede utilizarse la criolita natural.

## 2. Fluoruro de aluminio

Es ésta también una materia prima que se utiliza como componente del baño electrolítico. Se suministra en bolsas. Las características principales son:

Densidad bruta	1 550 kg/m <sup>3</sup>
AlF <sub>3</sub>	83.00 por ciento
SiO <sub>2</sub>	0.40 por ciento
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07 por ciento
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07 por ciento
N <sub>2</sub> O	0.15 por ciento
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.30 por ciento

## 3. Fluoruro de calcio

Es otro componente del baño electrolítico utilizado para la reducción de la alúmina. Sus características principales son:

Densidad bruta	1 900 kg/m <sup>3</sup>
CaF <sub>2</sub>	97.00 por ciento
Sulfuro	0.01 por ciento máx.
Total de sulfatos	2.00 por ciento "
SiO <sub>2</sub>	1.10 por ciento "
CaCo <sub>3</sub>	1.50 por ciento "
Pb	0.25 por ciento "
Zn	0.25 por ciento "
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10 por ciento "
Materiales orgánicos	0.03 por ciento "
Humedad	0.25 por ciento "

## F. MATERIALES PARA ANODOS Y CATODOS

Generalmente, las plantas de reducción de la alúmina cuentan con los medios necesarios para preparar los materiales y fabricar las pastas para ánodos y cátodos. Según sea la disponibilidad local de materiales carboníferos, la elección de los mismos para los fines indicados resulta de una ponderación de calidades, cantidades y precios. A pesar de que varios países cuentan con las materias primas necesarias para preparar estos materiales carboníferos (petróleo, carbones minerales, etc.), los cálculos que siguen suponen que estos materiales serán importados por los países de la región. Los insumos por tonelada de aluminio son

/reducidos y

reducidos y muy rígidas las especificaciones químicas y físicas que se imponen para estos materiales. Varios países como Argentina, Venezuela etc., pueden elaborar el coque de petróleo que se utiliza para la fabricación de la pasta Soderberg. Sin embargo, la fabricación local no será económica y convendrá recurrir a la única fuente de aprovisionamiento mundial de este material, que es los Estados Unidos. En mérito a lo expresado, los precios que se consignan para los materiales destinados a la fabricación de ánodos y cátodos en el cuadro 16, corresponden a los niveles aproximados que alcanzarán si se importan desde los Estados Unidos. De cualquier manera, las sustituciones parciales que puedan realizarse en algún caso, implicarán precios más elevados que los de los materiales importados.

Las características y la cantidad de los materiales insumidos varían en alguna medida, según el sistema que se utilice para la reducción de la alúmina. Por otra parte, cabe la posibilidad de realizar sustituciones de unos por otros, por razones económicas. En consecuencia, las especificaciones que siguen deben considerarse como de mera orientación.

#### 1. Sistema de precocido

Utiliza bloques de carbón que normalmente se fabrican en una instalación complementaria de la planta de reducción. Los materiales empleados son los siguientes:

##### a) Coque de petróleo calcinado

Este material granular, destinado a la fabricación de ánodos, se transporta a granel. Sus características más importantes son las siguientes:

Densidad bruta:	720 kg/m <sup>3</sup>
<u>Análisis típico aproximado:</u>	<u>Porcentajes</u>
Sustancias volátiles	0.30
Humedad	0.15
Cenizas	0.30
Fe	0.02
Si	0.01
Ni	0.01
S	1.00
V	0.04
Densidad real	2.06 gr/cm <sup>3</sup>
Retenido por malla 4	10.0
Retenido por malla 28	90.0

/b) Coque

b) Coque de petróleo

Este material se utiliza también para fabricar ánodos y tiene las siguientes características:

Densidad bruta:	800 kg/m <sup>3</sup>
<u>Análisis típico aproximado:</u>	<u>Porcentajes</u>
Cenizas	0.30
Fe	0.03
Si	0.03
S	1.30
Materias Volátiles	10.50
Ni	0.01
V	0.01
Retenido por malla 4	10.00
Retenido por malla 28	90.00

c) Alquitrán asfáltico de petróleo, de alto punto de ablandamiento

Este material solidificado, y que se transporta normalmente en tambores, se emplea también en la fabricación de ánodos. Las características aproximadas, son las siguientes:

Densidad bruta	1 200 kg/m <sup>3</sup>
<u>Análisis típico aproximado:</u>	<u>Porcentajes</u>
Valor de coque	55
Benceno insoluble	28
Quinolina insoluble	17
Cenizas	0.10
Fe	0.01
S	1.17
Densidad real mínima	126 gr/cm <sup>3</sup>
Punto de ablande mínimo	109°C

Como sustituto del alquitrán asfáltico de alto punto de ablandamiento puede emplearse también brea de hulla de alto punto de ablandamiento.

d) Brea de hulla de bajo punto de ablandamiento

Este material solidificado y que suele transportarse en tambores, se emplea para fabricar cátodos. Las características aproximadas son las siguientes:

/Densidad bruta

Densidad bruta	1 180 kg/m <sup>3</sup>	
<u>Análisis típico aproximado:</u>	<u>Porcentajes</u>	
Valor de coque	5.4	mínimo
Cenizas	0.20	máximo
Humedad	0.10	"
Resina Beta	13.0	mínimo
S	1.0	máximo
Fe	0.01	"
Si	0.01	"
Punto de ablandamiento: 50 a 55°C		

e) Antracita calcinada

Empleada en la fabricación de cátodos, se transporta normalmente en bolsas. Responde aproximadamente a estas especificaciones:

Densidad bruta	1 030 kg/m <sup>3</sup>	
<u>Especificaciones</u>	<u>Porcentajes</u>	
Cenizas	7.5	máximo
S	0.7	"
Fe	0.25	"
Si	2.00	"
Materias volátiles	0.50	"
Humedad	0.25	"
Densidad real	1.75	gr/cm <sup>3</sup>

2. Sistema Soderberg

Los materiales principales utilizados para los cátodos de las cubas son antracita y coque metalúrgico. Una vez cuidadosamente triturados, se les adiciona una mezcla de brea y alquitrán, constituyéndose así la denominada "pasta de brasca".

En cifras aproximadas, los materiales responden a las especificaciones que se indican a continuación.

a) Carbón de Antracita calcinado

Los granos de carbón tienen un tamaño que varía entre 10 y 16 mm, y se ajustan al siguiente análisis:

	<u>Porcentajes</u>	
Materias volátiles	1.00	máximo
Cenizas	12.00	"
Humedad	0.20	"
Sulfuro	0.75	"
Densidad real	1.80	gr/cm <sup>3</sup>
Temperatura de calcinación	1 200°C	mínimo

/b) Coque

b) Coque metalúrgico

Responde a las siguientes características físico-químicas aproximadas:

	<u>Porcentajes</u>	
Materias volátiles	1.0	máximo
Humedad	2.5	"
Ceniza	10.0	"
Carburo fijo	89.0	"
Densidad real	1.9	gr/cm <sup>3</sup> mínimo

c) Brea seca

<u>Análisis típico aproximado</u>	<u>Porcentajes</u>	
Carbono libre	20	mínimo
Benzol insoluble	15-25	"
Quinolina insoluble	6-20	"
Cenizas	3.0	máximo
Humedad	0.1	"
Sulfuros	0.5	"
Valor en coque	38.0	mínimo

Los materiales utilizados para la fabricación de ánodos son coque de petróleo calcinado, cuyas características son similares a las exigidas por el sistema de precocido, y brea seca, cuidadosamente mezclados. Las características aproximadas de la brea seca son:

	<u>Porcentajes</u>	
Residuos de coque	56 a 57	
Benceno insoluble	30 a 39	
Quinolina insoluble	8 a 14	
Cenizas	0.25	máximo
Humedad	0.02	"
Sulfuro	0.6	"
Punto de ablandamiento	125 a 132°C	

G. LOS TRANSPORTES Y SUS PRECIOS

Con las tarifas de transporte vigentes en los países de América Latina ocurre algo similar a lo ya expresado para la energía eléctrica. La intensidad con que los gobiernos subsidian a las empresas de transporte de cargas, en su casi totalidad estatales, varía dentro de límites bastante amplios y los precios de los factores de costo y su incidencia por unidad física transportada, son desde luego diferentes, según sea el país que se considere.

/Ante la

Ante la imposibilidad práctica de estimar, en cada caso, los precios del transporte de materiales a granel que guardaran adecuada correlación con los costos reales, se recurrió a una hipótesis simplificativa general en que el costo de transporte está en razón directa con la distancia. Los costos unitarios expresados en dólares de 1948, utilizados en otro trabajo,<sup>25/</sup> se actualizaron al año 1963. Para ello se consideró la variación del poder adquisitivo del dólar tomando como base la variación del índice del costo de vida en los Estados Unidos, el que en el lapso mencionado, experimentó un aumento del 28 por ciento. Queda claro que los precios indicados en el cuadro 16 son superiores a las tarifas vigentes y pueden representar probables costos reales medios de transporte de materiales a granel.

Dada la gran incidencia que los costos de puerto tienen en los gastos de acopio de cargas generales y materiales a granel, se estimó necesario fijar valores medios obtenidos mediante una confrontación parcial entre cifras que corresponden a algunos puertos de América Latina y de los Estados Unidos.

El cuadro 22 contiene dichas estimaciones de gastos medios de carga y descarga de materiales a granel y cargas generales, las que incluyen seguro marítimo y gastos consulares. Las cifras resultantes para cargas generales son algo superiores a las del puerto de Buenos Aires, pero inferiores a las de los de Montevideo y Santos. (Véase el cuadro 22.)

---

<sup>25/</sup> Estudio de la Industria del Hierro y del Acero en América Latina,  
Informe de la Junta de Expertos en la Industria Siderúrgica de  
América Latina, Bogotá, Octubre de 1952. Documento E/CN.12/293/Rev.1  
Anexo Estadístico N° IX, Cuadro XVI.

Cuadro 22

GASTOS DE PUERTO POR CARGA Y DESCARGA

(Dólares corrientes/tonelada)

Concepto	Descarga			Carga	
	Combustible líquido	Carga general a/	Alúmina o Bauxita b/	Carga general	Alúmina o Bauxita b/
Gastos de carga y descarga incluidos estibaje, depósito y documento de embarque	2.76	4.06	0.50	3.06 e/	0.40 e/
Vigilancia	0.37	0.37	0.15	0.37	0.10
Combustibles y agua	0.20	0.20	0.10	0.20	0.05
Transportes auxiliares, manipuleo y extras	2.81	2.81	0.30	2.81	0.20
<u>Gasto total:</u>	<u>6.14</u>	<u>7.44</u>	<u>1.05</u>	<u>6.44</u>	<u>0.75</u>

a/ Precio medio que se refiere a las materias primas y materiales utilizados en el proceso.

b/ Operaciones realizadas mediante instalaciones especialmente adaptadas.

c/ Incluye gastos por seguros marítimos, y gastos consulares.





## Capítulo IV

### OBTENCION DEL ALUMINIO PRIMARIO EN AMERICA LATINA: SITUACION ACTUAL Y POSIBILIDADES FUTURAS

#### A. COMENTARIOS GENERALES

La referencia hecha en el capítulo III a los principales recursos con que cuenta la región para la industria del aluminio primario, demuestra que, en principio, existen disponibilidades de materias primas y de energía que pueden responder a las condiciones económicas que impone dicha industria. Además, algunos países latinoamericanos como Brasil, Argentina, Venezuela y México, cuentan con un mercado de aluminio suficientemente desarrollado como para atenuar los efectos de las diseconomías de escala.

Las posibilidades potenciales que crea el desarrollo de la industria quedarán, desde luego, mejor satisfechas desde el punto de vista económico, si las soluciones se enfocan prescindiendo en cierta medida de los límites políticos nacionales, es decir, tendiendo a concentrar los recursos en los lugares de máxima productividad. Como los factores de producción y sus precios cambian con el tiempo, es desde todo punto de vista necesario enfocar el problema con miras de largo alcance, única manera de definir soluciones dotadas de suficiente elasticidad para responder a aquellas condiciones cambiantes. Si los factores de producción pueden conjugarse de manera que permitan obtener y comercializar el lingote de aluminio primario a precios de competencia internacional o si ellos demuestran claramente la factibilidad de que la industria evolucione en un plazo prudencial hasta alcanzar dichos niveles de precio, estarán dadas las condiciones indispensables para desarrollarla con positivos beneficios para las economías nacionales. Si dentro del marco latinoamericano se logra una complementación de la industria que no lesione visiblemente el principio de concentración de los recursos en los lugares de máxima productividad, el beneficio será para el conjunto de los países.

Indudablemente, si no se cuenta con un medio de valorización, es decir con precios y costos, serán vanos todos los intentos que se realicen para probables soluciones en torno al desarrollo de la industria del aluminio

/en la

en la región. Por otro lado, justo es reconocer que actualmente, tanto el abastecimiento como los precios de la bauxita y la alúmina, están influidos por una serie de factores externos que son incontrolables y cuyo peso es susceptible de variar con el tiempo. En consecuencia, todo esfuerzo realizado para valorar los recursos naturales y utilizarlos en medida compatible con las necesidades, contribuirá a reforzar las perspectivas de asegurar un abastecimiento regular y continuado. Ello no significará, sin embargo, que dichos recursos deberán aprovecharse a cualquier precio. No se beneficiará la economía del país que los posee, si la explotación de estos recursos se realiza en condiciones que originan costos de producción comparativamente elevados, capaces de afectar a la economía del ciclo industrial siguiente. En este caso, la industria habrá de evolucionar sin posibilidades de rebasar los estrechos límites nacionales. Pero, además, con elevados precios se satisfarán menos demandas expresadas en unidades físicas, lo que indudablemente significa un gasto adicional inútil que atenta decididamente contra el objetivo fundamental que persigue una sana política económica. Justo es reconocer, sin embargo, que el desarrollo industrial de sustitución de importaciones suele ajustarse a un proceso que, en su fase inicial, conduce a costos de producción más altos que el de similares productos que antes se importaban. Este costo más alto es, indudablemente, el precio transitorio que un país debe pagar a menudo por el crecentamiento de su ingreso. Pero, es indudable que este alto precio debe tender necesariamente a alcanzar un justo nivel, que está dado por el que acusan productos similares en un mercado de libre competencia.

Los comentarios precedentes constituirán, en esencia, criterios rectores que encauzarán el estudio preliminar que se presenta a continuación sobre las perspectivas de desarrollo de la industria del aluminio en América Latina. Ellos indican tácitamente que el único camino posible ha de encontrarse subordinando los medios disponibles al objetivo fundamental de obtener el aluminio a los menores precios posibles.

El primer paso que deberá darse en este estudio preliminar será, pues, tentar una valoración aproximada del mineral de bauxita con que cuenta el Brasil. La importancia y calidad de dichas reservas justifican ampliamente tal intento de valoración, en el marco nacional y regional, dejando de lado por

/el momento

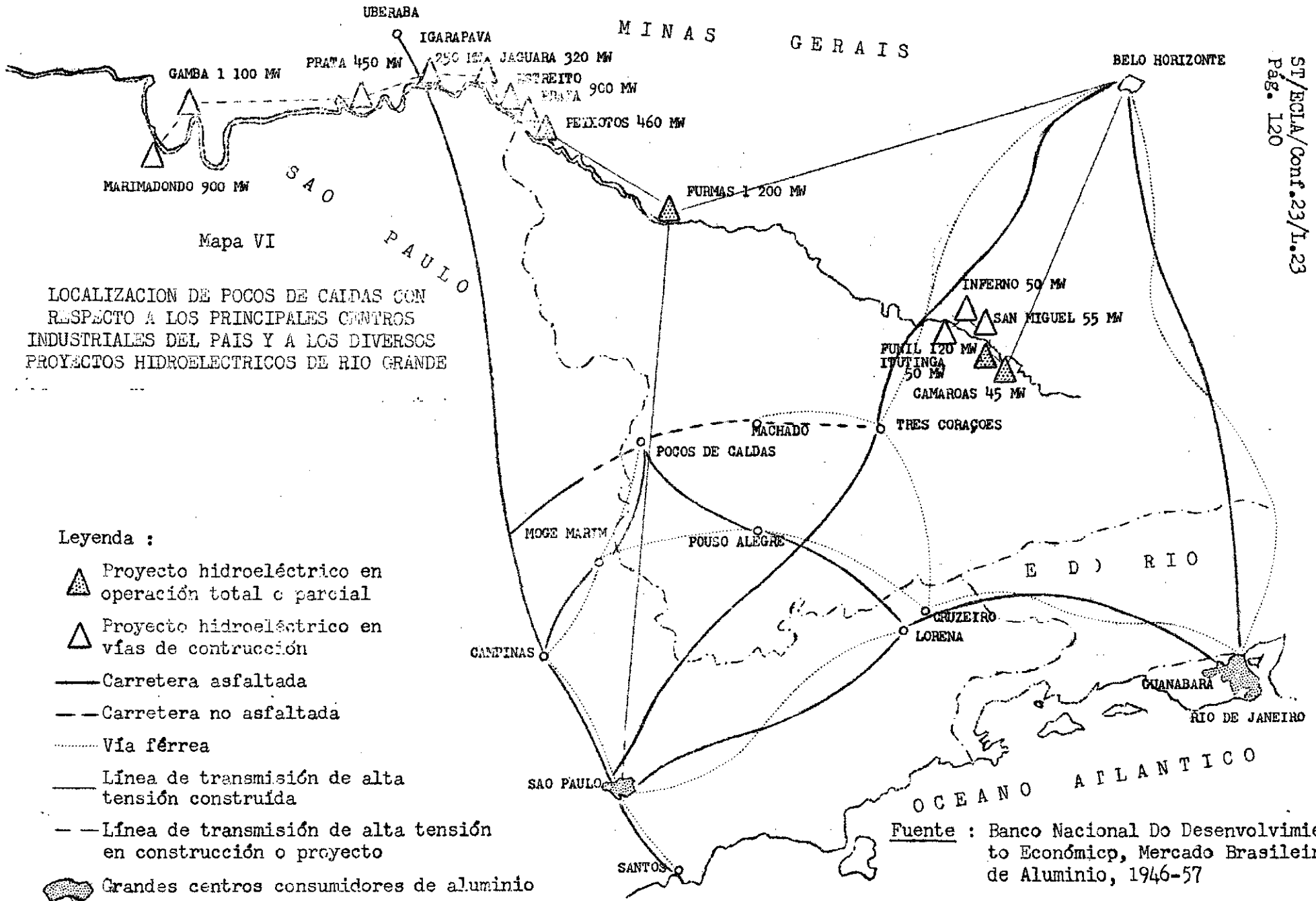
el momento consideraciones de orden político que, naturalmente, podrían imponer limitaciones a las conclusiones resultantes.

B. ESTIMACION DE COSTOS EN PLANTAS HIPOTETICAS  
LOCALIZADAS EN EL BRASIL

1. Extracción de la bauxita

Como se señaló en el capítulo II, las reservas de bauxita más importantes y de mejor calidad del Brasil, están ubicadas en la región de Poços de Caldas. La región queda en el triángulo formado por las ciudades de San Pablo, Rio de Janeiro y Bello Horizonte, distando menos de 500 Km de cualquiera de ellas. Está unida por un ramal ferroviario de aproximadamente 359 Km a la ciudad y puerto de Santos. (Véase el mapa VI) La calidad y cantidad del mineral, las características de los depósitos que cubren amplias superficies y su ubicación, conformen factores que, adecuadamente ponderados y coordinados, prueban que estas reservas tienen mayor importancia económica que las restantes del país y que, en principio, pueden servir de base para desarrollar un programa industrial de envergadura. Como ya se señaló, la cubierta de tierra que se extiende sobre el yacimiento es de espesor variable, pero muy escaso y tanto ella como el mineral, pueden extraerse fácilmente. La bauxita es en su mayor parte friable. No obstante, dadas las características diversas de los tipos de minerales, debe efectuarse una separación entre el escaso material duro, compacto o semicristalino (de fácil manipuleo y transporte) y el material friable.

El análisis de los cortes más representativos de los depósitos de Poços de Caldas, muestra que es común encontrar debajo de una cubierta de muy escaso espesor, (0.30 m) una mezcla de cascajos de bauxita y tierra, cuya potencia media oscila entre 0.30 y 0.50 metros. En general, se ha podido comprobar una notable constancia en los resultados analíticos obtenidos para el mineral.



**Fuente :** Banco Nacional Do Desenvolvimieno to Económico, Mercado Brasileiro de Alumínio, 1946-57

El mineral compacto, que constituye los cascajos de bauxita y los "sombreros" de gibbsita, representan aproximadamente el 10 por ciento del total. El 90 por ciento restante, está constituido por el mineral friable, que exige cuidados especiales en el transporte para evitar pérdidas por contaminación. Ambos tipos de minerales exigen un pequeño lavado, para la eliminación de impurezas arcillosas.

El tratamiento de la bauxita de Poços de Caldas debe englobar la trituración, el lavado y secado.

Algunos estudios realizados sobre la explotación de este yacimiento en el año 1946, llevaron a la conclusión de que el mineral ya procesado, es decir, lavado y secado, podría ser colocado f.o.b. puerto de Santos, a un precio de aproximadamente 6.74 dólares.<sup>26/</sup> La información contiene una discriminación de los distintos elementos de costo hasta colocar el mineral sobre barco pero no hace referencias a las hipótesis en que se basaron tales cálculos, sobre todo en lo relacionado con la capacidad anual de producción.

A pesar de que la información de que se dispone es incompleta, la necesidad de obtener un medio de valoración indujo a calcular los probables costos de producción, basándolos en las siguientes hipótesis:

a) La capacidad de producción de mineral primario preseleccionado variará entre 50.000 y 500.000 toneladas por año. Estos límites de capacidad, se fijan al sólo efecto de dar una primera idea sobre la influencia de las economías de escala. Según las proyecciones, la demanda de aluminio primario alcanzará 203.800 toneladas en 1975. Admitiendo que ella pueda satisfacerse en un 80 por ciento por la producción local y que de las plantas existentes solamente una se abastece con bauxita procedente de Poços de Caldas, aquel límite máximo parece compatible con las demandas del mercado interno.

b) La planta de lavado y secado del mineral, se ubica de manera tal, que la distancia media de transporte del mineral oscila alrededor de dos kilómetros. Si a manera de simplificación, se considera que la densidad del material in situ es igual a 1, la cantidad en peso estará representada en toneladas por el mismo número de metros cúbicos. Debido a la discontinuidad

---

<sup>26/</sup> Material survey: Bauxita, Dirección de Minas del Departamento del Interior de los Estados Unidos.

de los depósitos, a las inevitables pérdidas etc., podría suponerse que por cada metro cuadrado de terreno, se extraen entre 1.000 y 1.500 kilogramos de bauxita. En tal caso, sin sobrepasar la distancia media establecida, será factible explotar más de 64 millones de toneladas de mineral primario.

c) Para conservar un razonable margen de seguridad en los cálculos, se supone que el estéril está, con respecto al mineral, en la relación de 1:0.3. Dicho en otras palabras, por cada tonelada de bauxita, será necesario extraer y transportar 0.33 toneladas de estéril. Conviene señalar que la productividad de los medios de transporte utilizados para el estéril, será normalmente inferior a la que se obtiene con los destinados al transporte de la mena.

d) Los medios de producción utilizados para la hipotética explotación minera son: máquinas topadoras, excavadoras, cargadoras y vehículos volcadores de transporte. Sólo una reducida cantidad de explosivos será necesaria para extraer el estéril y la mena; el consumo se estima en 20 gramos de nitrato de amonio por tonelada de mineral primario seleccionado. Integran también la dotación básica de medios de producción, equipos neumáticos manuales, perforadores, compresores y otros medios auxiliares (niveladoras, camión regador), equipos de taller de mantenimiento y edificios para dicho taller, para los servicios indispensables del personal y para oficinas.

e) Los precios de los elementos de costo que se utilizarán en los cálculos son los indicados para el Brasil en los cuadros 16 y 17. Complementando lo ya expresado en el capítulo II sobre estos precios, conviene agregar:

- i) Los precios de la mano de obra varían entre 0.70 dólares (operarios sin especialización) y 1.60 dólares por hora (capataces). Las últimas informaciones disponibles sobre los precios de la fuerza del trabajo en el Brasil indican que las remuneraciones alcanzan niveles menos elevados. En el sector metalúrgico, los jornales medios vigentes a principios de 1961 fueron de 0.66 dólares por hora-hombre (tipo de cambio un dólar igual 960 cruzaes). Se prefirió en este caso, suponer que se producirá un aumento del nivel de remuneraciones que atenuará las marcadas diferencias que existen con los vigentes en los Estados Unidos y en los países de Europa occidental. Un criterio análogo, se aplicó para fijar las remuneraciones del personal a sueldo. (Véase más adelante el cuadro 28.)

/ii) Los

- ii) Los precios de materiales importados y aún de algunos de procedencia local, se calcularon partiendo de cotizaciones f.o.b., adicionando a los mismos, los fletes y los gastos de puerto (véase nuevamente el cuadro 22), según se trate de materiales a granel o de carga general, de trasbordo y transporte ferroviario a Poços de Caldas. Tales precios no incluyen tarifas aduaneras.
- iii) El detalle de la fuerza de trabajo y de los suministros que se indican en el cuadro 24, corresponde a una producción anual de 50 000 toneladas de mineral primario seleccionado. Supone una operación a un sólo turno, durante 275 días del año. Se estimó prudente reducir la cifra de días laborables al año, para atender a las limitaciones que las condiciones climáticas imponen a las explotaciones a la intemperie.

f) Dado el carácter del estudio, se omite el detalle de las inversiones para cada capacidad instalada, las que serán motivo de consideración general más adelante. De la misma manera, se aclara que la variación de la incidencia de cada factor de producción con la capacidad instalada se ha calculado tomando como referencia la capacidad mínima de 50 000 toneladas.

g) Los gastos de capital por tonelada de mineral primario extraído, representan en cada caso el 15 por ciento de la inversión total. Se aprecia que tal porcentaje superará normalmente la cifra resultante adicionar a las cuotas de depreciación, los intereses por los créditos a largo plazo. Dos razones han inducido a fijar el porcentaje referido, a saber:

- i) Dadas las condiciones medias latinoamericanas, no es dable esperar que la eficiencia en la operación y en el mantenimiento de máquinas y equipos, alcanzará niveles similares a los que se obtienen en los países industrializados. Consecuentemente, el período de vida útil de dichos medios, será menor;
- ii) Dejar un margen para las posibles desviaciones en la estimación de las inversiones;

h) Por las causas expresadas de a) a g), los cálculos que siguen son teóricos y se refieren a una situación hipotética que no tiene vinculación alguna con la explotación que actualmente se realiza en Poços de Caldas.

En el cuadro 23, aparecen resumidos los resultados de los cálculos de costos de extracción del mineral primario seleccionado, para capacidades anuales que oscilan entre 50 000 y 500.000 toneladas.

Cuadro 23

BRASIL: DETALLE DE LOS INSUROS PARA LA EXTRACCION Y TRANSPORTE, HASTA LA PLANTA DE LAVADO Y SECADO, DE 50 000 TONELADAS ANUALES DE MINERAL PRIMARIO PRESELECCIONADO

(Dólares corrientes)

Concepto	Jornal hora	Mineral			Esteril		
		Número de hombres	Turnos por año	Costo anual	Número de hombres	Turnos por año	Costo anual
<b>A. Personal de supervisión</b>							
Jefe técnico	-	1	-	10 000	-	-	-
Asistente	-	1	-	7 000	-	-	-
Laboratorista	-	1	-	5 000	-	-	-
Oficina	-	2	-	8 000	-	-	4 000
Depósito	-	1	-	4 000	-	-	-
Auxiliar	0.80	3	825	5 280	1	275	1 760
<u>Subtotal</u>	-	-	-	<u>39 280</u>	-	-	<u>5 760</u>
<b>B. Mano de obra directa</b>							
<b>I. Extracción de cubierta y mena</b>							
Capataz	1.60	1	275	3 520	-	-	-
Operario conductor	0.80	1	275	1 760	1	275	1 760
Operario auxiliar	0.70	2	550	3 080	1	275	1 590
<b>II. Carga</b>							
Operario de pala	0.80	1	275	1 760	-	-	-
Operario nivelador	0.80	1	275	1 760	-	-	-
Auxiliar	0.70	1	275	1 540	-	-	-
<b>III. Transporte</b>							
Camionero	0.80	1	275	1 760	1	275	1 760
Volcador	0.70	1	275	1 540	1	275	1 540
Aguatero	0.70	1	275	1 540	-	-	-
<u>Subtotal</u>	-	-	-	<u>18 260</u>	-	-	<u>6 600</u>
<b>C. Mano de obra de mantenimiento</b>							
Capataz	1.60	1	275	3 520	-	-	-
Mecánico	1.00	1	275	2 200	1	275	2 200
Ayudante	0.80	1	275	1 760	1	275	1 760
Limpiador	0.80	1	275	1 760	-	-	-
Electricista	1.00	1	275	2 200	-	-	-
Ayudante	0.80	1	275	1 760	-	-	-
Reparero	1.00	1	275	2 200	-	-	-
Ayudante	0.80	1	275	1 760	-	-	-
Soldador	1.00	2	550	4 400	1	275	2 200
Ayudante	0.80	2	550	3 520	-	-	-
Carpintero	1.00	1	275	2 200	-	-	-
Ayudante	0.80	1	275	1 760	-	-	-
Auxiliar (varios)	0.70	2	550	3 080	1	275	1 540
<u>Subtotal</u>	-	-	-	<u>32 120</u>	-	-	<u>7 700</u>
<b>D. Suministros</b>							
Mantenimiento, repuestos y suministros de extracción y carga de cubierta y mena	-	-	-	3 000	-	-	1 250
Combustibles y lubricantes de máquinas de extracción y carga	-	-	-	6 000	-	-	2 000
Repuestos y accesorios de transporte	-	-	-	5 000	-	-	1 600
Combustibles y lubricantes de transporte	-	-	-	1 500	-	-	2 500
Mantenimiento (combustibles, repuestos y suministros)	-	-	-	1 500	-	-	500
Suministros varios de talleres de mantenimiento	-	-	-	250	-	-	50
Explosivo (nitrato de amonio o similar)	-	-	-	1 000	-	-	-
<u>Subtotal</u>	-	-	-	<u>18 250</u>	-	-	<u>7 900</u>
<u>Totales generales</u>	-	-	-	<u>107 910</u>	-	-	<u>27 960</u>



Cuadro 24

BRASIL: COSTOS ESTIMADOS DE PRODUCCION Y TRANSPORTE DEL MINERAL PRIMARIO PRESELECCIONADO (BAUXITA) HASTA LA PLANTA DE LAVADO Y SECADO, a/ PARA DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES  
(Dólares corrientes por tonelada)

Concepto	Capacidad anual (toneladas)	Uni- dad	50 000			100 000			200 000			300 000			400 000			500 000		
			Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo
Mano de obra directa		Horas/ hombre	0.62	0.81	0.50	0.42	0.81	0.34	0.32	0.81	0.26	0.30	0.81	0.24	0.28	0.81	0.23	0.28	0.81	0.23
Mano de obra indirecta y sueldos		Dólares	-	-	1.70	-	-	0.64	-	-	0.48	-	-	0.41	-	-	0.38	-	-	0.35
Combustibles, repuestos, materiales de mantenimiento y explosivos		"	-	-	0.51	-	-	0.37	-	-	0.31	-	-	0.29	-	-	0.24	-	-	0.23
Mantenimiento general y servicios varios		"	-	-	0.05	-	-	0.04	-	-	0.03	-	-	0.03	-	-	0.02	-	-	0.02
Gastos generales		"	-	-	0.10	-	-	0.08	-	-	0.06	-	-	0.06	-	-	0.05	-	-	0.04
Costo directo total		"	-	-	<u>2.86</u>	-	-	<u>1.47</u>	-	-	<u>1.14</u>	-	-	<u>1.03</u>	-	-	<u>0.92</u>	-	-	<u>0.87</u>
Gastos de capital (15 por ciento de la inversión)		"	-	-	0.72	-	-	0.48	-	-	0.39	-	-	0.34	-	-	0.32	-	-	0.30
Costo total de producción		"	-	-	<u>3.58</u>	-	-	<u>1.95</u>	-	-	<u>1.53</u>	-	-	<u>1.37</u>	-	-	<u>1.24</u>	-	-	<u>1.17</u>

BRASIL: COSTOS DEL LAVADO Y SECADO DE MINERAL PRIMARIO PRESELECCIONADO (BAUXITA) EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES b/  
(Dólares corrientes por tonelada)

Concepto	Capacidad anual (toneladas)	Uni- dad	50 000			100 000			200 000			300 000			400 000			500 000		
			Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo	Con- sumo espe- cífico	Precio	Costo
Mineral primario preseleccionado		ton	1.45	3.58	5.19	1.45	1.95	2.83	1.45	1.53	2.22	1.45	1.37	1.99	1.45	1.24	1.80	1.45	1.17	1.70
Mano de obra directa		Horas/ hombre	1.00	0.77	0.77	0.67	0.77	0.52	0.36	0.77	0.28	0.27	0.77	0.21	0.21	0.77	0.16	0.18	0.77	0.14
Mano de obra indirecta y sueldos		Dólares	-	-	1.07	-	-	0.58	-	-	0.39	-	-	0.28	-	-	0.24	-	-	0.22
Combustible: (fuel oil)		ton	0.023	30.29	0.70	0.023	30.29	0.70	0.023	30.29	0.70	0.023	30.29	0.70	0.023	30.29	0.70	0.023	30.29	0.70
Mantenimiento, repuestos, servicios varios y gastos generales		Dólares	-	-	0.35	-	-	0.33	-	-	0.32	-	-	0.31	-	-	0.31	-	-	0.31
Costo directo total		"	-	-	<u>8.08</u>	-	-	<u>4.96</u>	-	-	<u>3.91</u>	-	-	<u>3.49</u>	-	-	<u>3.21</u>	-	-	<u>3.07</u>
Gastos de capital		"	-	-	0.75	-	-	0.60	-	-	0.52	-	-	0.50	-	-	0.46	-	-	0.44
Costo total de producción		"	-	-	<u>8.83</u>	-	-	<u>5.56</u>	-	-	<u>4.43</u>	-	-	<u>3.99</u>	-	-	<u>3.67</u>	-	-	<u>3.51</u>

a/ Supone la operación en un turno durante 275 días al año.

b/ Supone la operación en tres turnos durante 300 días al año.

La observación de las cifras sugiere las siguientes aclaraciones y comentarios:

- i) Los factores mano de obra indirecta y sueldos y gastos de capital tienen una incidencia preponderante en los costos de producción. La distribución contenida en el cuadro 24 sólo considera al personal de supervisión directamente relacionado con la explotación misma y deja de lado al personal de administración y ventas. Sin embargo, la evidente factibilidad de una integración vertical de actividades con la elaboración de la alúmina y su reducción, indujo en este caso, a tomarlo en consideración al determinar el personal de supervisión y mantenimiento.
- ii) Al aumentar la capacidad de producción instalada, la declinación de la incidencia de la mano de obra indirecta y de los sueldos es notoriamente más acentuada que la debida a la mano de obra directa y a los gastos de capital. Cuando la capacidad de producción es reducida, la participación del personal de supervisión es más significativa, como se desprende de la observación de las cifras del cuadro 24.
- iii) Entre los límites extremos de las capacidades consideradas, los costos de producción disminuyen en un 67.3 por ciento aproximadamente. En cambio, para capacidades comprendidas entre 300 000 y 500 000 toneladas, la disminución sólo representa el 14.6 por ciento.

Los niveles de costos alcanzados con producciones anuales de 50 000 y 100 000 toneladas, indican que el mineral obtenido en estas condiciones, no podrá ser transportado a distancia antes de su beneficio, sin sobrepasar las cifras de competencia internacional.

## 2. Lavado y secado del mineral

A pesar de que no se dispone de datos completos sobre el proceso de beneficio aplicable a la bauxita de Poços de Caldas, todo parece indicar que la misma habrá de ser lavada y secada por procedimientos normales. Consecuentemente, los cálculos de costo del lavado y secado, se basan en las siguientes hipótesis:

a) El mineral ya triturado hasta 2" aproximadamente, se introduce en el trommel. Los trozos mayores de 1.1/4" se trituran nuevamente hasta -1", mientras que el subtamaño es conducido a una criba #65 mallas. Los trozos comprendidos entre #65 mallas y -1", se transfieren a un lavador Dorr y posteriormente se criban para eliminar como desecho, los de tamaño de -65 mallas;

/b) Por

- b) Por las características ya referidas, sólo una cantidad poco representativa del mineral será sometida a trituración;
- c) Las mermas producidas en el ciclo referido en a) representan el 31 por ciento aproximadamente del mineral primario de alimentación;
- d) Después del lavado, la bauxita es secada a temperaturas que oscilan entre 150°C y 200°C hasta un límite que facilite la operación posterior de digestión en la planta de elaboración de la alúmina. Este proceso de secado, permite eliminar las sustancias orgánicas siempre presentes en el mineral, con lo que se evitan inconvenientes durante la precipitación de los hidratos de alúmina. Como combustible para la operación de secado, se utiliza fuel oil;
- e) Las instalaciones de la planta de lavado operan a tres turnos durante 300 días del año;
- f) El cuadro 25, indica la fuerza de trabajo necesaria para operar una planta hipotética cuya capacidad es de 50 000 toneladas por año de mineral lavado y secado. Con relación al personal de supervisión y mantenimiento, caben las mismas observaciones formuladas al tratar la extracción del mineral primario. (Véase el cuadro 25.)

El cuadro 24 contiene los resultados de la estimación de costos del lavado y secado de la bauxita, para capacidades anuales que oscilan entre 50 y 500 mil toneladas. Sobre los mismos, conviene aclarar:

- i) Se supone que la extracción del mineral y su lavado y secado, se realizan en un mismo centro productor. En realidad, para obtener 50 000 toneladas anuales de bauxita lavada y secada, se necesitarían aproximadamente 72 500 toneladas de mineral primario seleccionado, lo que equivale a decir que el costo de este mineral deberá ser intermedio, aproximadamente, entre los que corresponden a volúmenes de 50 y 100 mil toneladas respectivamente, es decir, inferior al tomado como base para el cálculo de aquel lavado y secado. Se prefirió no obstante, simplificar el procedimiento dado el carácter preliminar de las estimaciones;
- ii) Las variaciones de la incidencia de la mano de obra directa, indirecta y sueldos y de los gastos de capital, se estimaron recurriendo al mismo procedimiento empleado en la etapa anterior. En todos los casos, los gastos de capital representan el 15 por ciento de la inversión.

Cuadro 25

BRASIL: DETALLE Y COSTO DEL PERSONAL NECESARIO PARA LA TRITURACION, LAVADO Y SECADO  
 DE 50 000 TONELADAS DE MINERAL PRIMARIO SELECCIONADO. (BAUKITA) a/

(Dólares corrientes)

Concepto	Cantidad por día	Sueldo anual	Jornal hora	Costo por año	Costo por tonelada
<u>A. Supervisión</u>					
Jefe técnico	1	10 000	-	10 000	-
Asistente	1	7 000	-	7 000	-
Capataces de operación	3	-	1.60	11 520	-
Oficina	2	4 000	-	8 000	-
Depósito	1	4 000	-	4 000	0.81
<u>B. Mano de Obra Directa</u>					
Operarios de trituradora	3	-	0.80	5 760	-
Operarios de alimentación	3	-	0.80	5 760	-
Operarios de "trommel" y cribas	3	-	0.80	5 760	-
Operarios de equipo lavador	3	-	0.80	5 760	-
Operarios de hornos de secado	3	-	0.80	5 760	-
Auxiliares	6	-	0.70	10 080	0.78
<u>C. Mantenimiento</u>					
Electricistas	1	-	1.00	2 400	-
Mecánicos	1	-	1.00	2 400	-
Montadores	1	-	1.00	2 400	-
Ayudantes	3	-	0.80	5 760	<u>0.26</u>

a/ Se supone una operación durante 300 días al año, a tres turnos.

/iii) Las

- iii) Las más notorias variaciones que aparecen al aumentar la capacidad de producción anual, se observan en el rubro mano de obra indirecta y sueldos. La disminución del insumo de mano de obra directa es más notable que en la etapa anterior, hecho que podría explicarse porque las operaciones se realizan ahora en instalaciones fijas mecanizadas;
- iv) Entre las capacidades extremas, los costos totales de producción disminuyen en un 60.2 por ciento aproximadamente. Esta disminución es algo inferior a la que muestra la etapa anterior. La diferencia apuntada estaría justificada por la constancia e importancia del costo fijo de combustibles con respecto al total y por el hecho de que los medios de producción utilizados integran un ciclo continuado. En la explotación minera se emplean, en cambio, medios intermitentes, cuya productividad normal resulta más difícil de asegurar tratándose de pequeñas producciones anuales;
- v) Los costos teóricos resultantes para una producción anual de 50 000 toneladas, superan los precios internacionales de la bauxita. Si a estos precios se agregaran gastos de administración y ventas, impuestos, etc., y una razonable utilidad para el capital de la empresa minera, la diferencia sería muy marcada. Lo mismo pasará, aplicando análogas adiciones a los costos que resultan para una producción de 100 000 toneladas anuales;

No obstante su carácter preliminar y teórico, las cifras obtenidas corroboran conclusiones de carácter general frecuentemente expresadas en relación con las limitaciones que imponen las economías de escala.

- vi) Los costos indicados en el cuadro 24, son superiores a los que se estimaron en el ya referido informe del Departamento del Interior Bureau de Minas, Estados Unidos sobre bauxita. Estos últimos, están expresados en dólares de 1946, y su detalle es el siguiente:

	<u>Dólares</u>
Extracción (minería)	0.53
Procesado (incluyendo lavado)	2.35
Transporte (a ferrocarril)	0.53
Impuestos del gobierno	0.13
Impuesto a las ventas	0.05
Sellados	0.26
Flete ferroviario	2.25
Carga sobre barcos	0.64
<u>Total</u>	<u>6.74</u>

/Naturalmente, si

Naturalmente, si las estimaciones del cuadro 23 expresadas en dólares corrientes, se refieren a dólares de 1946, resulte que existe en aquéllos una práctica correspondencia para una capacidad de 400 000 toneladas anuales de mineral beneficiado. Obsérvese, sin embargo, que los parciales, es decir, los costos de extracción por un lado y de lavado y secado por el otro, muestran diferencias de distinto signo.

### 3. Obtención de la alúmina y localización de la planta industrial

Para evaluar la localización más conveniente de la hipotética planta de alúmina que beneficiaría la bauxita de Poços de Caldas, es necesario analizar los precios de los factores de producción y los costos de fabricación. Parece conveniente intentar primero el cálculo de los costos teóricos que podrían resultar si la planta de alúmina se supone ubicada en el mismo lugar donde se beneficia el mineral, formando una estructura técnica integrada con las anteriores etapas del ciclo. Será conveniente basar los cálculos en las siguientes hipótesis:

a) La bauxita tiene una composición similar a la empleada por la Compañía Brasileira de Aluminio. (Véase el capítulo III.);

b) Con la finalidad de calcular el consumo específico de bauxita por tonelada de alúmina, se supone que el mineral contiene uno por ciento de sílice reactiva. A la proporción de alúmina teóricamente extraíble, se le deducen pérdidas adicionales que representan el 10 por ciento de la cantidad teórica necesaria para elaborar una tonelada de alúmina. El consumo de caústico, atendiendo a la proporción de sílice reactiva y a las pérdidas por arrastres de los residuos insolubles, se estima en 80 kg de soda (NaOH) por tonelada de alúmina producida. La influencia de este factor y del índice que representa la relación  $\frac{Al_2O_3}{NaOH}$  durante la digestión, condujeron a fijar el referido rendimiento de 90 por ciento;

c) La composición de la alúmina obtenida por el proceso Bayer es aproximadamente la siguiente:

	<u>Porcentajes</u>
Pérdida por fuego	0.6
SiO <sub>2</sub>	0.015
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.015
TiO <sub>2</sub>	0.01
Na <sub>2</sub> O	0.5
Alúmina	el resto
Retenido por malla 100	5.0
Retenido por malla 325	94.0

d) Para la digestión, a la solución de soda cáustica contenida en un tanque con agitación mecánica, se le agrega bauxita molida que luego se enviará a las autoclaves;

e) El vapor se genera en la propia planta y los costos de producción varían según la capacidad de la central generadora, conforme a las cifras contenidas en el cuadro 26.

f) En el cuadro 27 se indica la distribución supuesta de la fuerza de trabajo necesaria para la producción de la alúmina en una planta de 25 000 toneladas de capacidad. Valen para este particular, las mismas consideraciones formuladas al tratar las etapas anteriores en lo relacionado con el personal de mantenimiento y supervisión. Ciertos agentes, tales como los de oficina, laboratorio, etc., mencionados en el cuadro, forman parte, en realidad, del personal correspondiente a dependencias centralizadas características de una planta integrada. La inclusión, pues, entre la fuerza de trabajo de la planta de alúmina, responde simplemente a un criterio de prorrateo contable. Las modificaciones que se operan en este personal a medida que aumenta la capacidad de producción instalada, se determinaron con el mismo criterio aplicado al considerar etapas anteriores. (Véase el cuadro 27.)

/Cuadro 26

Cuadro 26

VARIACION DE LOS COSTOS DE GENERACION DE 1 TONELADA DE VAPOR EN CENTRALES DE DIFERENTE CAPACIDAD ANUAL a/

(Dólares corrientes)

Concepto	Producción horaria de vapor (toneladas)	Unidad	17 toneladas			28 toneladas			43 toneladas			70 toneladas		
			Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo
Combustible (fuel oil)		kg	83.0	0.03029	2.51	83.0	0.03029	2.51	83.0	0.03029	2.51	83.0	0.03029	2.51
Agua cruda tratada		Dólares	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01
Reparaciones y mantenimiento		"	-	-	0.12	-	-	0.12	-	-	0.12	-	-	0.12
Varios		"	-	-	0.02	-	-	0.02	-	-	0.02	-	-	0.02
Fuerza motriz		kwh	2.0	0.004	0.008	2.0	0.004	0.008	2.0	0.004	0.008	1.5	0.004	0.006
Mano de obra directa		Dólares	-	-	0.16	-	-	0.10	-	-	0.006	-	-	0.04
Mano de obra indirecta y sueldos		"	-	-	0.08	-	-	0.06	-	-	0.04	-	-	0.03
Gastos generales		"	-	-	0.10	-	-	0.08	-	-	0.06	-	-	0.04
Gastos de capital		"	-	-	1.04	-	-	0.91	-	-	0.83	-	-	0.77
<u>Costo total de producción</u>		"	-	-	<u>4.048</u>	-	-	<u>3.818</u>	-	-	<u>3.658</u>	-	-	<u>3.546</u>

a/ Basado en vapor de 16 atmósferas y 200°C.



Cuadro 27

BRASIL: DETALLE Y COSTO DEL PERSONAL NECESARIO PARA LA OBTENCION ANUAL  
DE 25 000 TONELADAS DE ALUMINA a/

(Dólares corrientes)

Concepto	Cantidad por día	Sueldo anual	Jornal hora	Costo por año	Costo por tonelada
<b>A. Supervisión</b>					
Jefe técnico	1	10 000	-	10 000	-
Asistente	1	7 000	-	7 000	-
Capataces de operación	9	-	1.60	34 560	-
Oficina	2	4 000	-	8 000	-
Laboratorista	1	5 000	-	5 000	-
Depósito	1	4 000	-	4 000	<u>2.74</u>
<b>B. Manu de Obra Directa</b>					
Operario para manipuleo y preparación de materias primas	18	-	0.80	34 560	-
Operario de digestión	3	-	0.80	5 760	-
Operario de autoclave	3	-	0.80	5 760	-
Operario de calderas	6	-	0.80	11 520	-
Auxiliar	3	-	0.70	5 040	-
Operario de decantación	3	-	0.80	5 760	-
Operario de decalcinación	3	-	0.80	5 760	-
Auxiliar	3	-	0.70	5 040	-
Auxiliar de transporte y playa de maniobras	9	-	0.70	15 120	<u>3.77</u>
<b>C. Mantenimiento</b>					
Mecánico	1	-	1.00	2 400	-
Electricista	1	-	1.00	2 400	-
Instrumentista	1	-	1.00	2 400	-
Montador	1	-	1.00	2 400	-
Ayudante	4	-	0.80	7 680	<u>0.69</u>

a/ Se supone una operación durante 300 días al año, a tres turnos.

(g) Los

g) Los gastos de capital no representan en este caso el 15 por ciento de la inversión total. Dada la participación significativa que este rubro tiene en el costo total, se calcularon previo análisis de las cifras de depreciación y de los intereses originados por los préstamos a largo plazo. El monto de estos créditos guarda relación con la inversión global y con el capital de la empresa. Como en este caso se trata de una planta integrada, es necesario analizar la inversión exigida por el ciclo industrial completo y a base de ella determinar la probable estructura del capital de la empresa, la magnitud de aquellos créditos, del plazo de amortización y los intereses. Por tal causa, los gastos de capital correspondientes a esta etapa, fueron establecidos como consecuencia de un estudio global del problema. A este particular se hará referencia más adelante, una vez completado el análisis del ciclo total. Se aclara, entretanto, que dichos gastos por tonelada de alúmina que indica el cuadro 28, no incluyen cuota correspondiente a la generación de energía eléctrica, ni tampoco los debidas al vapor, como puede inferirse de la observación del cuadro 26. Excluyen, asimismo, los gastos motivados por obras sociales de carácter general, para alojamiento y esparcimiento del personal, excepción hecha de comedores, ciertas dependencias sanitarias indispensables y edificios correspondientes a oficinas ocupadas por personal directamente vinculado a la producción de la planta. (Véase el cuadro 28.)

h) Los precios de los elementos de costo utilizados en los cálculos están indicados en los cuadros 16, 17, 26, y 27.

En el cuadro 28 se resumen los resultados de los cálculos de costos de producción de la alúmina en plantas de capacidad variable, cuyos límites están en concordancia con los volúmenes anuales supuestos en las etapas anteriores del ciclo.

Cuadro 28

BRASIL: COSTO DE ELABORACION DE LA ALUMINA EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES  
(Dólares corrientes per tonelada)

Concepto	Capacidad anual (toneladas)	Unidad	25 000			50 000			100 000			200 000			250 000		
			Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo
Bauxita		ton	2.1	8.83	18.54	2.1	5.56	11.68	2.1	4.43	9.30	2.1	3.67	7.71	2.1	3.51	7.37
Mano de obra directa		horas-hombre	4.9	0.77	3.77	3.6	0.77	2.77	2.4	0.77	1.85	2.2	0.77	1.69	2.1	0.77	1.62
Mano de obra indirecta y sueldos		Dólares	-	-	3.43	-	-	2.10	-	-	1.36	-	-	0.96	-	-	0.84
Soda caústica		kg	80.0	0.09772	7.82	80.0	0.09772	7.82	80.0	0.09772	7.82	80.0	0.09772	7.82	80.0	0.09772	7.82
Energía eléctrica		kwh	250	0.004	1.00	250	0.004	1.00	200	0.004	0.80	150	0.004	0.60	150	0.004	0.60
Combustible para calcinación		t	0.130	0.03029	4.11	0.130	0.03029	4.11	0.130	0.03029	4.11	0.130	0.03029	4.11	0.130	0.03029	4.11
Vapor		t	4.0	4.05	16.20	4.0	3.82	15.28	3.0	3.66	10.98	2.5	3.55	8.88	2.5	3.55	8.88
Mantenimiento, repuestos y gastos generales		Dólares	-	-	4.29	-	-	3.73	-	-	3.22	-	-	2.74	-	-	2.74
Costo directo total		"	-	-	<u>59.16</u>	-	-	<u>48.49</u>	-	-	<u>39.44</u>	-	-	<u>34.51</u>	-	-	<u>33.98</u>
Gastos de capital		"	-	-	17.63	-	-	14.97	-	-	13.13	-	-	11.12	-	-	10.60
Costo total de producción		"	-	-	<u>76.79</u>	-	-	<u>63.46</u>	-	-	<u>52.57</u>	-	-	<u>45.63</u>	-	-	<u>44.58</u>
Garga y transporte ferroviario		"	-	-	-	-	-	-	-	-	4.59	-	-	4.59	-	-	4.59
Gastos de puerto		"	-	-	-	-	-	-	-	-	0.75	-	-	0.75	-	-	0.75
Gastos de administración y venta a/		"	-	-	-	-	-	-	-	-	3.75	-	-	3.40	-	-	3.29
Costo de venta f.o.b. b/		"	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>61.66</u>	-	-	<u>54.37</u>	-	-	<u>53.21</u>

a/ Incluye gastos financieros de explotación, de acuerdo a la hipótesis supuesta.

b/ Excluidos los impuestos.

/Parece conveniente

Parece conveniente comentar algunos aspectos importantes de estos resultados:

- i) En su conjunto, la mano de obra directa e indirecta y sueldos, tienen una participación en el costo total de producción, marcadamente inferior a la que resultó para las etapas anteriores. Como parte de esta mano de obra aparece participando también en el costo del vapor, puede decirse que el insumo que corresponderá a una producción de 250 000 toneladas anuales, es concordante con las cifras medias que la bibliografía señala para capacidades similares. El porcentaje que mide la participación de la fuerza de trabajo en el costo total, decrece, como es lógico, a medida que aumenta la capacidad instalada. Así, para una producción de 25 000 toneladas de alúmina, representa el 9.4 por ciento aproximadamente del costo total, mientras que para la de 250 000 toneladas se reduce a 5.7 por ciento. También disminuye a medida que aumenta la capacidad instalada, la relación entre mano de obra indirecta y sueldos y la mano de obra indirecta;
- ii) La participación del vapor en el costo total disminuye con la capacidad instalada por dos razones concurrentes: se reducen el consumo específico y el costo de producción de este elemento. En una planta pequeña, aquel rubro representa el 21.1 por ciento del costo total de producción, mientras que en una de 250 000 toneladas, alcanza al 19.9 por ciento. Nótese que esta disminución de la participación se hace visible a pesar de actuar como atenuante, el marcado descenso de los costos totales de producción. Medido en valores absolutos, el costo del vapor se reduce en 7.32 dólares por tonelada de alúmina, lo que equivale al 22.7 por ciento de la disminución del costo total de producción. Este factor tiene particular importancia para el Brasil, dado el elevado precio del combustible. Nótese que la variación del consumo de vapor supuesta entre las capacidades extremas de producción de alúmina, es inferior a la que citan algunas bibliografías;<sup>27/</sup>
- iii) Los gastos de capital y el costo de la bauxita, son factores que tienen mayor significación en el costo total. Ello será más evidente todavía, si la planta se abasteciera con bauxita suministrada por terceros, ya que en ese caso el costo de una tonelada de mineral puesta en la planta de alúmina oscilaría entre 6 y 7 dólares;
- iv) Se estimó un insumo de energía eléctrica comparativamente más bajo que el que habitualmente demanda el proceso, por el hecho de que se supuso que la bauxita que ingresa a la planta, tiene ya la granulación adecuada;

---

<sup>27/</sup> Pre-investment data on the aluminium industry. Jan H. Reimers, (ST/ECLA/Conf.11/L.24), 28 enero de 1963.

/v) Por

- v) Por efecto de la disminución del consumo de vapor y de energía eléctrica, de los gastos en personal y generales y de gastos de capital con la capacidad instalada, los costos totales de producción varían en 41.9 por ciento aproximadamente dentro de la gama de capacidades supuesta en el cuadro 29.
- vi) La integración vertical de la explotación minera con la producción de la alúmina en proximidades del yacimiento, muestra ventajas económicas que se evidencian mejor a medida que disminuye la capacidad de producción anual, por los siguientes motivos:

Al eliminarse la fase intermedia de la empresa se economizan gastos de transporte y comerciales, y se cuenta con la posibilidad de regular los márgenes de utilidad del capital invertido dentro de límites normales, al margen de probables maniobras especulativas que afectarían a la economía de la empresa.

La dirección centralizada de las operaciones industriales, se traduce además en una reducción de los gastos por concepto de mano de obra indirecta y sueldos, del costo de prestación de ciertos servicios (agua, aire, vapor, etc.) y de los gastos de capital. La reducción del último ítem mencionado se evidencia mejor es la parte correspondiente a obras de carácter general y servicios tales como laboratorios, oficinas, talleres generales de mantenimiento, centrales y redes de agua, vapor, aire comprimido, servicios para el personal, etc;

Por otro lado, y esto es quizás lo más importante, la dirección técnica centralizada de la explotación minera, lavado y secado de la bauxita y elaboración de la alúmina, posibilita un mejor control de las actividades principales de la metalurgia del aluminio. El paso de la bauxita a óxido de aluminio es de gran importancia para el proceso metalúrgico. Sobre el costo del lingote del aluminio metálico, incidirá en gran medida el de la alúmina. Además, de la pureza de la alúmina, dependerá la pureza del aluminio, ya que las impurezas que aquélla contenga en forma de óxidos de hierro, silicio y titanio, serán reducidas conjuntamente con la alúmina durante la electrólisis y se ligarán al metal como tales. La posibilidad de ejercer la regulación y el control técnico-económico de todas las actividades, partiendo de la misma explotación minera, constituye para la dirección empresarial un instrumento muy poderoso que le permitirá alcanzar elevados niveles de productividad y eficiencia. La regulación y ajuste de numerosos factores interdependientes con vistas a obtener las máximas ventajas económicas en la producción de la alúmina, se puede lograr así sin la presión e interferencia de intereses que suelen gravitar cuando se intercala una actividad comercial en el ciclo.

Cuadro 29

BRASIL: DETALLE Y COSTO DEL PERSONAL NECESARIO PARA LA OBTENCION DE  
 12 500 TONELADAS DE LINGOTE DE ALUMINIO<sub>2</sub>/

(Dólares corrientes)

Concepto	Cantidad día	Sueldo anual	Jornal hora	Costo por año	Costo por tonelada
<u>A. Supervisión</u>					
Jefe técnico	1	10 000	-	10 000	-
Asistente	5	7 000	-	35 000	-
Dibujante	3	5 000	-	15 000	-
Laboratorista	1	5 000	-	5 000	-
Encargado y apuntador	10	4 000	-	40 000	-
Capataz de operación	7	-	1.60	32 704	-
Oficina y controlor	3	4 000	-	12 000	-
Auxiliar	8	-	0.70	16 352	13.28
<u>B. Mano de obra directa</u>					
<u>I. Sub-estación</u>					
Operario de máquinas y mantenimiento	16	-	0.80	37 376	-
<u>II. Electrolista de la alumina</u>					
Operario conductor	24	-	0.80	56 064	-
Operario de mantenim.	6	-	0.80	14 016	-
Operario de oclada	4	-	0.80	9 344	-
Auxiliar	10	-	0.70	20 440	-
<u>III. Fundición</u>					
Operario de fundición	10	-	0.80	23 360	-
Operario de mantenim.	1	-	0.80	2 336	-
<u>IV Planta de pasta y cocción</u>					
Operarios varios	16	-	0.80	37 376	16.02
<u>C. Mantenimiento</u>					
Soldador	3	-	1.00	8 760	-
Electricista	3	-	1.00	8 760	-
Montador e instrumentista	3	-	1.00	8 760	-
Herrero y carpintero	2	-	1.00	5 840	-
Ayudante	17	-	0.80	39 712	-
Auxiliar	4	-	0.70	8 176	6.40

a/ Se supone una operación durante 365 días al año, en tres turnos.

/vii) Los

- vii) Los costos teóricos de producción correspondientes a las capacidades de 25 000 y 50 000 toneladas, alcanzan niveles tales, que impedirían la comercialización de la alúmina a precios de competencia internacional. Para dar una idea aproximada de los probables costos de venta de la alúmina producida en plantas de 100 000 toneladas y superiores, f.o.b. puerto de Santos, se ponderó la incidencia de los factores más significativos que componen el costo de venta, a saber:

Carga y transporte ferroviario: Aplicando el precio unitario establecido en el cuadro 16 a la distancia que media entre Pogos de Caldas y Santos y, adicionando a la cifra resultante a 0.76 dólares por tonelada por concepto de manipuleo, carga y transportes auxiliares, se obtuvo el total de 4.59 dólares por tonelada de alúmina;

Gastos de puerto: Corresponden a las cifras calculadas en el cuadro 22 para materiales a granel.

Gastos de administración y ventas: Fueron estimados como un porcentaje decreciente del valor de las ventas. Tal porcentaje, para una producción anual de 100 000 toneladas, alcanza al 5 por ciento. El precio de venta supuesto, es de 75 dólares la tonelada.

Los costos teóricos de venta f.o.b. puerto de Santos, sin incluir impuestos, alcanzan un nivel que permitirá a la empresa, en el caso de verificarse los supuestos utilizados en los cálculos, competir en el mercado internacional con un porcentaje variable de utilidad. Si el capital en acciones de la empresa representara aproximadamente el 45 por ciento de la inversión total, y los impuestos totales el diez por ciento del precio de venta 75 dólares por tonelada, se tendría la siguiente situación:

<u>Producción anual</u>	<u>100 000 toneladas</u>	<u>200 000 toneladas</u>	<u>300 000 toneladas</u>
Costo de venta	61.66	54.37	53.21
Impuestos	7.50	7.50	7.50
Utilidad bruta en porcentaje del capital en acciones	5.8%	12.1%	12.8%
<u>Precio de venta</u>	<u>75.00</u>	<u>75.00</u>	<u>75.00</u>

Únicamente para una capacidad equivalente a 200 000 toneladas de alúmina y siempre que se tratara de una planta integrada con la explotación de los yacimientos, la empresa sería suficientemente atractiva. Claro está, que ello resultará cierto mientras el precio de venta alcance la cifra supuesta, cifra que supera a la mayoría de las indicadas en el cuadro 15 como representativas de

/los precios

los precios f.o.b. y c.i.f. de importación. En el caso de que los precios f.o.b. de importación oscilaran alrededor de 65 dólares por tonelada de alúmina, los márgenes de utilidad bruta no resultarán atractivos, salvo que el ciclo industrial se integrara verticalmente con la etapa de reducción de la alúmina, como se verá más adelante.

Con los elementos de juicio que proporciona el cuadro 28, es posible hacer un análisis preliminar de los factores de localización. El problema presentará características distintas, según sea la etapa final de integración vertical que se considere. Por razones de ordenamiento y de simplicidad, se analizará previamente el caso en que la actividad industrial termina con la producción y comercialización de la alúmina, para satisfacer demandas del mercado interno y eventualmente, de exportación.

En tal caso, la alúmina será transportada al puerto de Santos o consumida en gran proporción por la planta localizada en Mairinque, cerca de Sorocaba, en el estado de San Pablo. Para simplificar el análisis, se considerarán exclusivamente la demanda probable de la industria del aluminio y se supondrá que la Companhia de Aluminio do Brasil S.A., se abastece con bauxita procedente de los yacimientos de Ouro Preto.

Desde el punto de vista técnico-económico, deberán considerarse las siguientes posibilidades:

- a) Localización supuesta en los cálculos del cuadro 28, es decir, en proximidades del yacimiento de Poços de Caldas;
- b) localización en Mairinque; y
- c) localización en Santos.

Los factores de producción más importantes afectados directamente por la localización son: bauxita, soda caústica, energía eléctrica, vapor y gastos de capital.

La comparación técnico-económica entre las dos localizaciones extremas, es decir Poços de Caldas y Santos, conduce a las siguientes conclusiones:

a) La localización en Poços de Caldas, presenta las siguientes ventajas y desventajas:

- i) El costo de la bauxita por tonelada de alúmina, se reduce en 9.64 dólares debido a la eliminación del transporte ferroviario;

/ii) La



- ii) La integración vertical de las actividades en el mismo lugar, motiva una reducción en las inversiones y, consecuentemente, de los gastos de capital por tonelada de alúmina producida. Tal reducción afecta principalmente a las redes varias de agua, energía eléctrica, vapor, aire comprimido, los talleres generales centrales, los depósitos, caminos y ramales férreos internos, los edificios generales tales como oficinas, laboratorio, pabellones de aseo y otros servicios del personal, etc., y varía, lógicamente, con la capacidad instalada. En primera aproximación puede decirse que la inversión demandada por estas obras representa alrededor del 25 por ciento de la total. A su vez, la centralización en un solo lugar, de la explotación y beneficio del mineral y de la elaboración de la alúmina, puede reducir la inversión demandada por tales obras generales en alrededor del 30 por ciento como término medio, lo que equivale a decir que la disminución de la cuota de depreciación por tonelada de alúmina, oscilaría entre 2,40 y 1,36 dólares por tonelada, según se trate de plantas de 25 000 o 250 000 toneladas de alúmina, respectivamente;
- iii) Por efecto de la integración vertical de actividades en el mismo lugar, los insumos de mano de obra indirecta y sueldos se reducen en un monto que puede calcularse en 0,80 dólares por tonelada de alúmina en una planta pequeña (25 000 toneladas) y en alrededor de 0,20 dólares si la planta es de 250 000 toneladas de capacidad;
- iv) Obligará a mayores gastos en obras generales de todo tipo destinadas a servicios y esparcimiento del personal de la planta de alúmina, los que podrían reducirse considerablemente en el caso de instalarla en la ciudad de Santos. Ciertamente es que para la financiación de este tipo de obras que no fueron incluidas dentro de las inversiones supuestas en los cálculos, puede recurrirse a fuentes que no afecten la situación financiera de la empresa. También es cierto que comúnmente, los gobiernos toman a su cargo directo la ejecución de parte de ellas. Pero, ni lo uno ni lo otro libraría a la empresa de prestar cierta colaboración activa que se traduciría en una participación en tales erogaciones por concepto de servicios para el personal, que pueden representar aproximadamente 4 000 dólares por individuo.<sup>28/</sup> En una planta integrada de 25 000 toneladas de capacidad, la parte proporcional de inversiones adicionales demandadas por estas obras generales, puede oscilar alrededor de 628 000 dólares. Si la tasa anual de depreciación es de 3,33 por ciento, la incidencia por tonelada de alúmina producida será de aproximadamente 0,83 dólares, en el supuesto de que la empresa tomara a su cargo la ejecución de la totalidad de estas obras y no percibiera ingresos por el funcionamiento de las mismas, que contribuyeran a absorber parte de la cuota de depreciación;

---

28/ Hans Bachman, "El Aluminio como industria de exportación", op. cit.

v) Las mayores dificultades que existen en Poços de Caldas para contar con mano de obra calificada, y la relativa menor estabilidad que tendrá el personal técnico que desempeña cargos directivos ejecutivos por efecto de la atracción de los centros poblados, provocará un aumento de las remuneraciones directas, que será difícil de neutralizar. Paralelamente, necesidades ineludibles de capacitación de la mano de obra y del personal técnico, obligarán a la empresa a enfrentar, una parte más significativa de los gastos destinados a satisfacerlas. Resulta muy difícil ponderar los montos de estos mayores gastos, pero en todo caso, podría suponerse que el efecto resultante representa un aumento del 15 por ciento en el costo total de la mano de obra directa e indirecta y sueldos. Si así pesa, ubicándose la planta de alúmina en Santos, se producirá una reducción de estos insumos, que fluctuaría entre 1.07 dólares (planta de 25 000 toneladas) y 0.63 dólares (planta de 250 000 toneladas), por tonelada de alúmina producida;

vi) Elevaría el nivel de las inversiones totales, por el mayor costo del transporte de equipos importados y por los efectos directos e indirectos de la relativa mayor escasez de recursos de la zona. Si el impacto negativo total se traduce en un aumento del cinco por ciento en la inversión, la mayor incidencia por tonelada de alúmina producida representará entre 0.88 dólares y 0.53 dólares, según se trate de una planta de 25 000 a 50 000 toneladas de capacidad.

b) La localización en Santos, motivará distintos costos de operación en los siguientes rubros principales:

- i) Menor transporte de soda cáustica y combustible. Tratándose de materiales importados, esta reducción puede estimarse en 0.81 dólares por tonelada de alúmina;
- ii) Menor costo del vapor debido al menor precio del combustible. Variará con la capacidad instalada, correspondiendo una reducción de aproximadamente 1.28 dólares por tonelada de alúmina a una planta de 25 000 toneladas y de 0.96 dólares a una de 250 000 toneladas;
- iii) Eliminación del transporte ferroviario de la alúmina y menores gastos de manipuleo para su carga sobre barco. Si la planta se ubica muy próxima al puerto, la reducción de estos gastos será menor cuanto más pequeña sea la capacidad de producción anual. Puede estimarse que la disminución global por los conceptos expresados, es aproximadamente de 4.59 dólares por tonelada para la alúmina destinada a la exportación;

/iv) Por

- iv) por ubicarse la planta de alúmina en un centro poblado de importancia, se reducirán los gastos por concepto de materiales varios y repuestos. Al sólo efecto de dar un peso groseramente aproximado de este factor, podrá admitirse que el efecto resultante representa una cifra que oscila entre 0.45 dólares por tonelada de alúmina (planta de 25 000 toneladas) y 0.25 dólares (planta de 250 000 toneladas).
- v) Por efecto de la discontinuidad creada en el ciclo productivo con la localización en Santos, el monto total de los gastos de administración y ventas aumentará. Estos gastos representan un porcentaje del precio de venta, variable con la capacidad de producción anual. Lógicamente, el mayor gasto corresponderá al caso en que la explotación quede en manos de dos empresas económica y comercialmente independientes. Pero aunque todas las actividades industriales y comerciales queden centralizadas en una sola empresa, se originarán mayores gastos por el necesario aumento de personal en ciertas dependencias administrativas tales como las de contabilidad industrial, almacenes, compras, etc. No debe perderse de vista que la descentralización de dos centros productores, origina a su vez en cierta medida, la del personal que las organizaciones de control, contables y comerciales propiamente dichas. Además de elevar los gastos globales, tal descentralización complica las relaciones funcionales horizontales y verticales, obligando a una mayor corriente informativa y de control.

La totalización de los efectos analizados muestra que la integración vertical de actividades en Pocos de Caldas, presenta evidentes ventajas económicas las que importarán entre 2.65 dólares y 2.42 dólares por tonelada de alúmina para capacidades extremas de 25 000 y 250 000 toneladas, respectivamente.

La falta de antecedentes completos, impidió considerar todos los factores de localización y obligó a cuantificar efectos basando las estimaciones en hipótesis que pueden ser arbitrarias. Pero, de cualquier manera, se aprecia que los ajustes a que conduciría un conocimiento más completo de aquellos factores y un análisis más detenido del problema, no modificaría el sentido de las conclusiones.

Si la planta de alúmina se ubicara en un lugar intermedio entre Pocos de Caldas y próxima al ramal férreo que la vincula con Santos, se aplicarían en este caso, conclusiones del mismo sentido que las expresadas para la de Santos. Por razones de brevedad, se omite efectuar las confrontaciones que demostrarían las ventajas económicas que representará la integración vertical

/de actividades

de actividades en Poços de Caldas. Naturalmente, si la integración incluyera también la reducción de la alúmina, sería necesario ponderar otros factores de localización. Tal tarea se cumplirá, por razones de ordenamiento, una vez analizados los probables costos de producción del aluminio primario en el Brasil.

#### 4. Obtención del aluminio primario y localización de la planta de reducción

Por análogas razones a las expresadas al considerar la obtención de la alúmina, se analizarán ahora las perspectivas de fabricación del aluminio primario, recurriendo a precios y costos de los factores de producción. Tal análisis se iniciará calculando los probables costos de fabricación del aluminio primario en una planta hipotética ubicada en Poços de Caldas, como etapa final de una estructura integrada que se inicia con la explotación de la bauxita.

Estos cálculos se basaron en las siguientes hipótesis:

a) El cuadro 28 muestra que para una determinada capacidad de la planta de alúmina, será posible comercializar a precios internacionales el producto obtenido. Tratándose de una planta integrada, la venta directa de la alúmina permitirá elevar la capacidad de la planta que la produce muy por encima de la que resultaría como consecuencia de la demanda interna. Con la finalidad de simplificar el estudio del problema, se prefirió dejar de lado el análisis de esa posibilidad.

b) Los costos de producción del lingote de aluminio primario variarán según el procedimiento de reducción que se considere, es decir, según se utilice el sistema de precocido o Soderberg. Para disponer de algunos elementos de juicio preliminares, se calcularon separadamente los costos de producción teóricos correspondientes a cada sistema.

c) Se supuso que la electricidad se entrega en la planta de reducción a un precio de 0.004 dólares por kwh, prácticamente coincidente con el calculado en el cuadro 17 para la central de Jaguará. Indudablemente, el precio de venta podría ser inferior al adoptado, toda vez que según los cálculos, el costo total de venta no excederá de 0.003 dólares por kwh. La aplicación de precios de venta diferenciales a la energía eléctrica comercializada por la central de Jaguará, permitirá gravar la electricidad sumida en actividades que pueden soportar sin perjuicios económicos un precio del kwh bastante

/superior a

superior a 0.004 dólares. De esta manera, la planta de aluminio podrá beneficiarse con un precio inferior a 0.004 dólares sin perjudicar a la empresa de energía, ni reducir sus márgenes totales de utilidad. Este importante aspecto de la política de precios, será motivo de un análisis separado.

d) Se utilizan los siguientes tipos de celdas:

i) Anodos de carbón prococido (procedimiento Hall)

El cátodo básico está formado por un casco de acero, aislado térmicamente y revestido enteramente por una mezcla especial de materiales carbonosos. La conexión eléctrica se efectúa mediante barras de acero conectadas al colector principal negativo, que penetran en la base de la masa de carbón. El ánodo está constituido fundamentalmente por un casco de acero lleno de una mezcla especial de materiales carbonosos, que se suspende desde una estructura superior y penetra en la cavidad del cátodo. Barras de acero conectadas a la colectora principal, penetran en el material carbonoso del ánodo. La cavidad del cátodo contiene el baño electrolítico y la alúmina. Al conjunto de cátodo, ánodo, estructura y equipos accesorios, se le denomina cuba.

El control de la corriente eléctrica que pasa desde el ánodo al cátodo se efectúa por la variación de la distancia física entre ambos, por las proporciones de los diversos productos químicos que constituyen el baño electrolítico y manteniendo la temperatura del mismo dentro de ciertos límites.

Para el mejor mantenimiento o renovación de los cascos de la cuba y de los cátodos carbónicos, dichas cubas son trasladadas al taller especializado, donde se instalan nuevos cátodos de carbón y se efectúa un acondicionamiento general de los mismos.

Las materias primas utilizadas para el baño electrolítico y los materiales para cátodos y ánodos, responden a las especificaciones indicadas en el capítulo III.

Las características generales de las celdas empleadas para la producción de 12 500 toneladas de aluminio anuales, son las siguientes:

<u>Producción anual</u>	<u>12 500 toneladas</u>
Consumo de corriente continua	16 530 kwh/t
Intensidad de la línea de celdas	80 000 A.
Rendimiento de los rectificadores a 1.020 V	0.96
Producción por celda/día	549 kg
Kwh de corriente continua por kg de aluminio	16.5 kwh
Producción por celda/año	198 toneladas
Voltaje de la línea de celdas	570 voltios
Celdas en operación	64
Celdas de reserva	6
Total de celdas	70
Factor de potencia	0.88

ii) Anodos Soderberg (Procedimiento Hall)

En este caso al ánodo, constituido por un bloque de carbón de menores dimensiones que el cátodo y que se sumerge en el electrolito, se le añade a medida que se consume, pasta plástica de carbón anódico, la que es posteriormente endurecida por el calor generado en el proceso y por el flujo de corriente a través del mismo. A medida que se consume el carbón en el proceso, el ánodo es bajado por medio de criques que lo mantienen suspendido en el baño. La pasta anódica se añade a intervalos regulares, de manera de mantener un nivel constante.

Los materiales utilizados para ánodos y cátodos y las materias primas para el baño electrolítico responden a las especificaciones del capítulo III.

Las características generales de las celdas son las siguientes:

<u>Producción anual</u>	<u>12 500 toneladas</u>
Intensidad de la línea de celdas	80 000 ampéres
Consumo de corriente continua	17 200 kwh/kg
Rendimiento de los rectificadores	0.96
Producción por celda/día	544 kg
Kwh de corriente continua por kg de aluminio	17.2 kwh
Producción por celda/año	198 toneladas
Voltaje de la línea de celdas	570 voltios
Celdas en operación	64
Celdas de reserva	6
Total de celdas	70
Factor de potencia	0.88

e) El cuadro 29 detalla el personal necesario para operar una planta de 12 500 toneladas de capacidad anual por el sistema de ánodos de carbón precocido. Partiendo de este personal básico, se calcularon los menores requerimientos de una planta de igual capacidad que emplea el sistema de ánodos Soderberg.

Esta estructura básica de la fuerza de trabajo, se utilizó también para calcular la variación de dicho factor con el aumento de la capacidad instalada. Para la fijación del personal de supervisión y de mantenimiento se tuvo en cuenta el efecto favorable que se deriva de la integración vertical de actividades.

f) Los precios de los distintos elementos del costo de producción se indicaron en el cuadro 16 para el Brasil. Se calcularon utilizando el mismo criterio aplicado en etapas anteriores, es decir, al precio f.o.b. puerto de los Estados Unidos; se adicionaron los gastos de flete y de transbordo hasta colocar el material c.i.f. planta industrial.

g) Para la determinación de los gastos de capital, se recurrió al siguiente procedimiento:

- i) Se estimaron las inversiones totales correspondientes a plantas integradas de distinta capacidad de producción anual, arrastrando las ya calculadas para las etapas anteriores. Estas inversiones totales, están resumidas en el cuadro 30.

Los totales correspondientes a la planta de reducción de la alúmina comprenden maquinarias y equipos para la reducción electrolítica y para el beneficio de la pasta de carbón, edificios, redes de agua, vapor, energía y otros servicios directamente relacionados con la producción, instalaciones y obras para el almacenamiento de materias primas, la parte proporcional de los talleres de mantenimiento, almacenes, depósitos, locales de oficina, laboratorios, locales para aseo y vestuario del personal, comedores y salas de primeros auxilios. No incluyen en cambio, al igual que en las etapas anteriores, la planta de generación de energía eléctrica, las viviendas para el personal y las obras e instalaciones externas a la planta, tales como ramales férreos, caminos de acceso, etc.

- ii) Dentro de la estructura total de capital, el capital en acciones representa el 45 por ciento de la inversión. Tal proporción del capital en acciones, parece atender adecuadamente a la relación entre las inversiones en activo fijo y el volumen de

Cuadro 30

BRASIL: INVERSIONES EN PLANTAS INTEGRADAS PRODUCTORAS DE LINGOTE DE  
 ALUMINIO PRIMARIO DE DIFERENTE CAPACIDAD ANUAL

(Dólares corrientes)

Detalle	Capacidad anual	12 500	25 000	50 000	100 000	150 000
	(toneladas)					
Minería		232 000	406 000	754 000	1 160 000	1 392 000
Lavado y secado		262 000	466 000	728 000	1 620 000	1 764 000
Producción de alúmina		6 646 000	11 260 000	19 280 000	33 400 000	45 400 000
Producción de vapor		848 000	1 230 000	1 830 000	2 580 000	2 580 000
Producción del lingote de aluminio <u>a/</u>		17 000 000	30 460 000	50 778 000	80 030 000	108 000 000
<u>Total General</u>		<u>24 988 000</u>	<u>43 822 000</u>	<u>73 370 000</u>	<u>118 790 000</u>	<u>160 136 000</u>

a/ Corresponde al procedimiento Hall, con ánodos de carbón precocido.

/ventas anuales.



ventas anuales. En consecuencia, el remanente de las inversiones deberá financiarse mediante préstamos a largo plazo y bajo tipo de interés y con reservas que deben constituirse. Tal relación entre préstamos y capital en acciones parece razonable para esta industria.

Para simplificar el análisis de este particular, se supuso que los créditos a largo plazo alcanzan al 55 por ciento de la inversión total. Sobre esta base, el cuadro 31 indica el monto de los créditos a largo plazo, los intereses de los mismos y las cuotas de amortización para plantas integradas de distinta capacidad. No pareció equitativo considerar en los cálculos de costos de producción las pesadas cargas que para la empresa representarían los intereses de los créditos durante los primeros años de operación. En consecuencia, se supuso una incidencia que equivale a un interés medio del tres por ciento anual, lo que implica admitir que los cálculos de costo corresponden a un período anual para el que transcurrió la mitad del plazo de amortización de los créditos. Como se infiere de las cifras que miden la cuota anual de amortización, se fija un plazo medio de diez años para la amortización de los créditos a largo plazo acordados por los organismos internacionales o por las empresas proveedoras de equipos. Las cifras resultantes permitieron determinar la incidencia de dichos intereses por tonelada de aluminio producida. A la inversión total se aplicó una tasa media de depreciación del 5 por ciento y se calculó el efecto por tonelada de aluminio producida. La última cifra del cuadro representa la carga específica total que resultó de sumar las cifras correspondientes a los intereses de los créditos a largo plazo, con las representativas de las cuotas de depreciación.

Las cargas de capital totales, previa deducción de las correspondientes a la minería, lavado y secado de la bauxita y generación del vapor, fueron prorrateadas obteniéndose así los vapores parciales debidos a la producción de alúmina y de aluminio. Queda de esta manera aclarado el origen de las cifras que representan las cargas de capital consignadas en el cuadro 28. (Costos de la alúmina.)

Los gastos de capital resultantes para la alúmina y el aluminio, son un tanto más elevados que los calculados en algunos proyectos realizados por empresas especialistas. Se ha preferido, sin embargo, mantener estos valores por cuanto no parece fácil estimar la medida en que las condiciones imperantes en América Latina podrán modificar el monto de las inversiones que corresponden a los países industrializados. El efecto del más bajo nivel de remuneraciones de la fuerza de trabajo que caracteriza a la región no se deja sentir en medida proporcional en los costos de las obras y el montaje de las instalaciones.

Cuadro 31

BRASIL: AMORTIZACION DE LOS PRESTAMOS A LARGO PLAZO EN PLANTAS INTEGRADAS  
 PRODUCTORAS DE ALUMINIO DE DIFERENTE CAPACIDAD INSTALADA

(Dólares corrientes)

Rubros	Capacidad instalada (toneladas)				
	12 500	25 000	50 000	100 000	150 000
Créditos a largo plazo	13 743 400	24 102 100	40 353 500	65 334 500	88 074 800
Intereses del crédito (3 por ciento en promedio)	412 302	723 063	1 210 605	1 960 035	2 642 244
Cuota de amortización	1 374 340	2 410 210	4 035 350	6 533 450	8 807 480
Total anual	1 786 642	3 133 273	5 245 955	8 493 485	11 449 724
Producción anual	12 500	25 000	50 000	100 000	150 000
Incidencia del interés por tonelada de aluminio	32.98	28.92	24.21	19.60	17.61
Depreciación anual (5 por ciento de la inversión total)	1 249 400	2 191 100	3 668 500	5 939 500	8 006 800
Depreciación por tonelada	99.95	87.64	73.37	59.39	53.37
Incidencia total por tonelada de lingote de aluminio	132.93	116.56	97.58	78.99	70.98

/Por un

Por un lado, actúa como neutralizante del efecto, una más baja productividad de la mano de obra y por el otro, la menor eficiencia de los medios habitualmente empleados para ejecutar dichas obras y montajes.

El cuadro 32 contiene los resultados de los cálculos de los costos teóricos de la producción de aluminio primario, en plantas hipotéticas integradas de distinta capacidad anual que utilizan ánodos de carbón precocido (Procedimiento Hall.) La observación de las cifras sugiere las siguientes aclaraciones y comentarios:

- i) el consumo específico de alúmina supone un porcentaje de pérdidas por derramamiento algo superior al normal, como puede inferirse de la observación de la composición química atribuida a dicha materia prima;
- ii) el consumo de materias primas para el baño electrolítico, se ajusta a cifras medias que guardan relación con las especificaciones, indicadas por las mismas en el capítulo III. Lo mismo puede decirse con respecto al material para ánodos y cátodos. El consumo de estos materiales, es independiente de la capacidad de producción instalada;
- iii) se calculó el consumo de energía eléctrica, atendiendo a las características de las celdas electrolíticas. A la energía consumida por ellas se le adicionó la debida a pérdidas y la cuota correspondiente a otros insumos de la planta. Para una capacidad de 12 500 toneladas anuales, ésta adicional equivale a 1 200 kWh por tonelada, aproximadamente. Para calcular el consumo de plantas de capacidad superior a la mínima supuesta en los cálculos, se consideró que no se modifica el tipo de celdas y que se reducen en cambio, los consumos específicos de otros insumos de la planta;
- iv) el insumo de mano de obra y de sueldos para una planta de 12 500 toneladas de capacidad, resulta del personal básico indicado en el cuadro 29. Puede observarse que en su conjunto, la mano de obra directa e indirecta, excluido el personal a sueldo, alcanza en este caso a 25.7 horas aproximadamente por tonelada de aluminio, cifra ésta que se estima razonable atendiendo a la influencia de la integración del ciclo y a las características de las celdas seleccionadas;
- v) los gastos generales incluyen también los de asistencia técnica. Estos últimos se estimaron en 12.30 dólares por tonelada de aluminio;
- vi) los gastos de administración y ventas son proporcionales al valor de las ventas anuales. El porcentaje fijado oscila entre 3 y 2 por ciento según sea la capacidad de la planta, e incluye también

/Cuadro 32

Cuadro 32

## COSTO DE ELABORACION DEL LINGOTE DE ALUMINIO, EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES. (SISTEMA DE PRECOCIDO)

(Dólares corrientes por tonelada)

Concepto	Capacidad anual (toneladas)	Unidad	12.500			25 000			50 000			100 000			150.000		
			Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo
Alúmina		ton.	2.00	76.79	153.58	2.00	63.46	126.92	2.00	52.59	105.18	2.00	45.63	91.26	2.00	44.58	89.16
Coque de petróleo calcinado		"	0.396	59.02	23.37	0.396	59.02	23.37	0.396	59.02	23.37	0.396	59.02	23.37	0.396	59.02	23.37
Coque de petróleo		"	0.126	38.27	4.82	0.126	38.27	4.82	0.126	38.27	4.82	0.126	38.27	4.82	0.126	38.27	4.82
Mezcla de brea de hulla (de alto y bajo punto de ablandamiento)		"	0.158	71.47	11.29	0.158	71.47	11.29	0.158	71.47	11.29	0.158	71.47	11.29	0.158	71.47	11.29
Antracita calcinada		"	0.046	54.17	2.49	0.046	54.17	2.49	0.046	54.17	2.49	0.046	54.17	2.49	0.046	54.17	2.49
Criolita sintética		"	0.025	221.27	5.53	0.025	221.27	5.53	0.025	221.27	5.53	0.025	221.27	5.53	0.025	221.27	5.53
Fluoruro de aluminio		"	0.035	341.27	11.94	0.035	341.27	11.94	0.035	341.27	11.94	0.035	341.27	11.94	0.035	341.27	11.94
Carbonato de sodio		kg	3.00	0.0546	0.16	3.00	0.0546	0.16	3.00	0.0546	0.16	3.00	0.0546	0.16	3.00	0.0546	0.16
Fluoruro de calcio		"	5.00	0.05627	0.28	5.00	0.05627	0.28	5.00	0.05627	0.28	5.00	0.05627	0.28	5.00	0.05627	0.28
Mano de obra directa		h.h	20.3	0.79	16.04	17.7	0.79	13.98	15.9	0.79	12.56	15.0	0.79	11.85	14.7	0.79	11.61
Mano de obra indirecta y sueldos		US\$	-	-	19.68	-	-	11.17	-	-	8.10	-	-	7.74	-	-	7.44
Energía eléctrica		kwh	18 300	0.004	73.20	17 900	0.004	71.60	17 600	0.004	70.40	17 500	0.004	70.00	17 500	0.004	70.00
Materiales para reparaciones, mantenimiento, refractarios y combustibles		US\$	-	-	23.00	-	-	21.00	-	-	18.00	-	-	17.50	-	-	17.50
Gastos generales varios, incluida asistencia técnica		"	-	-	22.36	-	-	17.16	-	-	15.24	-	-	14.52	-	-	14.40
<u>Costo directo total</u>		"	-	-	<u>367.74</u>	-	-	<u>321.71</u>	-	-	<u>289.36</u>	-	-	<u>272.75</u>	-	-	<u>269.99</u>
Gastos de capital		"	-	-	90.43	-	-	81.02	-	-	66.53	-	-	53.30	-	-	48.53
<u>Costo total de producción</u>		"	-	-	<u>458.17</u>	-	-	<u>402.73</u>	-	-	<u>355.89</u>	-	-	<u>326.05</u>	-	-	<u>318.52</u>
Gastos de administración y ventas a/		"	-	-	41.03	-	-	36.31	-	-	28.94	-	-	28.09	-	-	24.48
Manipuleo y transporte ferroviario a puerto		"	-	-	5.59	-	-	5.59	-	-	5.59	-	-	5.59	-	-	5.59
Gastos de puerto		"	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44
<u>Costo de venta f.o.b. barco b/</u>		"	-	-	<u>511.23</u>	-	-	<u>451.07</u>	-	-	<u>396.86</u>	-	-	<u>366.17</u>	-	-	<u>355.03</u>

a/ Incluye gastos financieros de explotación, de acuerdo a la hipótesis supuesta.

b/ Excluye impuestos.

/Los gastos

los gastos financieros de explotación para proporcionar una idea del capital circulante que, podrá necesitar la empresa para responder a las exigencias de operación, se calcularon los probables márgenes del crédito bancario relacionándolo con el capital en acciones y el valor de las ventas anuales, resumiéndose los resultados en el cuadro 33. Como puede observarse, el crédito teórico total, en ningún caso supera el 35 por ciento del capital de la empresa, y se integra con créditos directos (15 por ciento del capital en acciones) y descuentos de pagarés (15 por ciento del volumen de ventas). Para calcular el valor de las ventas, se supuso que el precio de una tonelada de aluminio f.o.b. planta, era de 612 dólares aproximadamente. Este precio, supera en más de un 7 por ciento el costo c.i.f. puerto de Buenos Aires, del aluminio importado.

La desviación que el precio de venta fijado pueda tener con respecto al precio de venta real, no tiene mayor importancia en este caso, ya que de cualquier manera, los márgenes teóricos de crédito bancario calculados son inferiores a los autorizados por las cartas orgánicas de los Bancos Centrales en varios países.

El cuadro 34 contiene el cálculo de las necesidades de capital circulante para un año de operación dado. El valor de las existencias de materias primas, productos en proceso y elaborados, se fijó como equivalente a un bimestre de ventas. Asimismo, se supuso que dichas ventas se financian, en promedio, a 90 días y que los criterios de los proveedores, representan el valor de tres meses de compras de materias primas y servicios. En estas condiciones, para las empresas de pequeña capacidad, resultaría un reducido de capital circulante que se anularía con el déficit creciente que arrojarían las plantas de gran capacidad y para cubrir el cual deberán contarse con los recursos necesarios. Para simplificar el análisis de este aspecto, se supuso que el déficit de capital circulante, se atiende con reservas constituidas por la empresa. Los últimos renglones del cuadro No 33 contienen el costo del crédito bancario que resulta de aplicar un interés medio del 10 por ciento a los márgenes teóricos de dichos créditos, el importe de los gastos de administración y ventas, el total anual obtenido sumando los dos "items" anteriores, y la incidencia de dicho total por total de aluminio.

- vii) Los elementos más significativos del costo total son: el consumo de alumina y de energía eléctrica, y los gastos de capital. Debe señalarse la importancia que para los países de América Latina tendrán los costos de materias primas constituyentes del baño electrolítico y del material para ánodos y cátodos, ya que

Quadro 33

MARGENES DE CREDITO BANCARIO CORRESPONDIENTE A UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALUMINIO,  
 EN PLANTAS INTEGRADAS DE DIFERENTE CAPACIDAD INSTALADA

(Dólares corrientes)

Rubros	Capacidad instalada (toneladas)				
	12 500	25 000	50 000	100 000	150 000
Capital en acciones de la empresa	11 244 600	19 719 900	33 016 500	53 455 500	72 061 200
Crédito bancario directo (15 por ciento del capital en acciones)	1 686 690	2 957 985	4 952 475	8 018 325	10 809 180
Descuentos de pagarés de clientes (15 por ciento del volumen de ventas)	1 147 750	2 295 000	4 590 000	9 180 000	13 770 000
<u>Total del crédito</u>	<u>2 834 440</u>	<u>5 252 985</u>	<u>9 542 475</u>	<u>17 198 325</u>	<u>24 579 180</u>
Costo del crédito bancario	283 444	525 299	954 248	1 719 833	2 457 918
Gastos administrativos y de venta propiamente dichos	229 500	382 500	610 000	918 000	1 377 000
<u>Total</u>	<u>512 944</u>	<u>907 799</u>	<u>1 564 248</u>	<u>2 637 833</u>	<u>3 834 918</u>
Incidencia por tonelada	41.03	36.31	31.28	26.38	25.57

Cuadro 34

NECESIDADES DE CAPITAL CIRCULANTE CORRESPONDIENTES A UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALUMINIO, EN PLANTAS INTEGRADAS DE DIFERENTE CAPACIDAD INSTALADA

Capacidad instalada en toneladas	12 500	25 000	50 000	100 000	150 000
<b>Rubros</b>					
<u>Activo</u>	<u>2 944 000</u>	<u>5 892 000</u>	<u>11 805 000</u>	<u>23 665 000</u>	<u>35 470 000</u>
Existencias de materias primas, productos en proceso y elaborados, equivalente a un bimestre de ventas	1 275 000	2 550 000	5 100 000	10 200 000	15 300 000
Deudores varios (dos meses de ventas)	1 275 000	2 550 000	5 100 000	10 200 000	15 300 000
Efectivo (5 por ciento del costo de operación)	394 000	792 000	1 605 000	3 265 000	4 870 000
<u>Pasivo</u>	<u>3 321 940</u>	<u>6 212 985</u>	<u>11 392 475</u>	<u>20 698 325</u>	<u>31 579 150</u>
Acreedores varios (tres meses de compras de materias primas y servicios)	487 500	960 000	1 850 000	3 500 000	7 000 000
Crédito bancario	2 834 440	5 252 985	9 542 475	17 198 325	24 579 150
Necesidad (+) o sobrante (-) de capital circulante	(-) 377 940	(-) 320 985	(+) 412 525	(+) 2 966 475	(+) 3 890 850

/en gran

en gran parte, los mismos deberán ser importados. En su conjunto, totalizan 59.88 dólares por tonelada de aluminio, cifra que representa el 13 por ciento del costo total de producción para una planta de 12 500 toneladas de capacidad anual y el 18.8 por ciento del mismo total, para una de 150 000 toneladas.

El costo de la alúmina en la planta integrada y equilibrada, de que se trata, varía lógicamente con la capacidad instalada. Pero el panorama se modificaría de manera significativa, si manteniéndose la integración de actividades supuesta, se aumentara la capacidad de la planta de alúmina destinándose el remanente no insumido a la venta directa. Supóngase, por ejemplo, que se aumenta la capacidad de la planta de alúmina hasta 250 000 toneladas anuales con el conjunto integrado de mínima producción (12 500 toneladas). En tal caso, el costo de venta del aluminio primario, oscilaría alrededor de 446.8 dólares. En estas condiciones, la empresa podría vender en el mercado interno dicho producto, a precios similares a los precios c.i.f. de importación, obteniendo utilidades. Este aspecto será motivo de comentarios detallados más adelante.

La importancia de los gastos de capital como factor de costo decrece como es lógico, a medida que aumenta la capacidad de producción anual. Mientras el costo total de producción decrece un 30.5 por ciento aproximadamente, los gastos de capital lo hacen en un 46.3 por ciento.

En plantas integradas, como las supuestas en los cálculos, que utilizan energía eléctrica suministrada por terceros, el precio de la bauxita y la incidencia de los gastos de capital, son los factores que más influyen en los efectos de mano de obra en el Brasil, hace que este factor tenga menor participación en dicho proceso, ya que representa el 10.6 por ciento aproximadamente de la disminución operada en el costo total de ventas.



Si se supone que la empresa propietaria de la planta integrada comercializa el lingote de aluminio asegurando únicamente un 10 por ciento de utilidad bruta al capital en acciones, quiere decir que lo hace a precios f.o.b. fábrica superiores a los de los mercados de los países industrializados cuando las capacidades anuales oscilan entre 12 500 y 25 000 toneladas, ya que en tales casos, el precio de venta de la tonelada de lingote de aluminio primario sería de 601.24 dólares y 530.94 dólares respectivamente.

Para dar una idea general de la distribución de la fuerza del trabajo prevista para una planta integrada cuya capacidad instalada es de 12 500 toneladas de lingotes de aluminio primario, distribución que se tomó como base de los cálculos de costos de producción, se prepararon los cuadros 35 y 36. El personal ejecutivo de las distintas categorías aparece agrupado por centro de producción y por especialización en el cuadro 35. Como es lógico suponer, los totales incluyen la correspondiente mano de obra de reemplazo, en aquellos centros en que se cumple una actividad continuada, como es el caso de la planta de reducción de la alúmina. El cuadro 36 indica las categorías y especialidades previstas para el personal de mantenimiento general, cuyas actividades se desarrollan en los centros productores y en los talleres generales de mantenimiento.

El cuadro 37 contiene los resultados de los cálculos del costo de producción del lingote de aluminio primario en una planta integrada de la misma manera que en el caso anterior, pero que utiliza el procedimiento Hall, con ánodos Soderberg. Para este caso, caben en general, las mismas consideraciones y aclaraciones que para el sistema de carbón precocido.

La comparación de resultados entre los dos sistemas de ánodos, indica:

- i) El costo total de las materias primas para el baño electrolítico y del material para ánodos y cátodos no difiere significativamente ya que la cifra que favorecería el procedimiento Soderberg, es de 5.61 dólares por tonelada de aluminio aproximadamente;
- ii) El insumo de mano de obra es inferior en el procedimiento Soderberg por las menores exigencias que imponen la preparación y el empleo de la pasta para ánodos. Naturalmente, esta diferencia será mayor, cuanto menor sea la capacidad instalada, ya que según las indicaciones de los cuadros 32 y 37, varía desde 2.15 dólares hasta 1.52 dólares por tonelada de lingote de aluminio primario;

Cuadro 35

## RESUMEN DE LA DISTRIBUCION DE LA FUERZA DE TRABAJO EN UNA PLANTA INTEGRADA, CON UNA CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCION DE 12 500 TONELADAS DE LINGOTE DE ALUMINIO

(Sistema de ánodos de carbón precocido)<sup>a/</sup>

Dependencias	Personal ejecutivo superior	Personal técnico medio	Personal obrero calificado y altamente calificado	Personal obrero no calificado	Personal de administración y servicios generales	Totales parciales
Explotación minera	2	3	26	10	4	45
Frituración, lavado y secado de la bauxita	2	3	21	6	3	35
Obtención de la alúmina	2	10	44	15	3	74
Reducción de la alúmina	6	26	128	27	4	191
Totales generales	<u>12</u>	<u>42</u>	<u>219</u>	<u>58</u>	<u>14</u>	<u>345</u>

a/ Excluye el personal de administración superior de la empresa y el comercial.

Cuadro 36

DISTRIBUCION DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO GENERAL EN UNA PLANTA INTEGRADA CON UNA  
 CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCION DE 12 500 TONELADAS DE LINGOTE DE ALUMINIO

(Sistema de ánodos de carbón presocido)

Detalle	Personal ejecutivo superior	Personal técnico medio	Personal obrero calificado y altamente calificado	Personal obrero no calificado	Personal de administración y servicios generales
Jefe técnico	1	-	-	-	-
Capataz	-	1	-	-	-
Electricista	-	-	7	-	-
Instrumentista	-	1	2	-	-
Mecánico	-	-	4	-	-
Soldador	-	-	7	-	-
Montador	-	-	5	-	-
Herrero	-	-	3	-	-
Carpintero	-	-	3	-	-
Engrasador	-	-	1	-	-
Operario ayudante	-	-	33	-	-
Auxiliar	-	-	-	18	-
Oficinista	-	-	-	-	1
<u>Total general:</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>65</u>	<u>18</u>	<u>1</u>

/Cuadro 37

Cuadro 37

BRASIL: COSTO DE ELABORACION DEL LINGOTE DE ALUMINIO, EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES (SISTEMA SODERBERG)

(Dólares corrientes por tonelada)

Concepto	Capacidad anual (toneladas)	Unidad	12 500			25 000			50 000			100 000			150 000		
			Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo
Alúmina		ton	2.00	76.79	153.58	2.00	63.46	126.92	2.00	52.59	105.18	2.00	45.63	91.26	2.00	44.58	89.16
Coque de petróleo calcinado		"	0.360	59.02	21.25	0.360	59.02	21.25	0.360	59.02	21.25	0.360	59.02	21.25	0.360	59.02	21.25
Brea seca para la pasta		"	0.180	72.47	13.04	0.180	72.47	13.04	0.180	72.47	13.04	0.180	72.47	13.04	0.180	72.47	13.04
Carbonato de sodio		kg	3.00	0.0546	0.16	3.00	0.0546	0.16	3.00	0.0546	0.16	3.00	0.0546	0.16	3.00	0.0546	0.16
Fluoruro de aluminio		ton	0.035	341.27	11.94	0.035	341.27	11.94	0.035	341.27	11.94	0.035	341.27	11.94	0.035	341.27	11.94
Criolita sintética		"	0.025	221.27	5.53	0.025	221.27	5.53	0.025	221.27	5.53	0.025	221.27	5.53	0.025	221.27	5.53
Fluoruro de calcio		kg	5.00	0.05627	0.28	5.00	0.05627	0.28	5.00	0.05627	0.28	5.00	0.05627	0.28	5.00	0.05627	0.28
Fuel oil y material para cátodos		Dólares	-	-	2.07	-	-	2.07	-	-	2.07	-	-	2.07	-	-	2.07
Energía eléctrica		kwh	18 800	0.004	75.20	18 400	0.004	73.60	18 100	0.004	72.40	18 000	0.004	72.00	18 000	0.004	72.00
Mano de obra directa		Horas-hombre	18.6	0.79	14.69	16.1	0.79	12.72	14.4	0.79	11.38	13.6	0.79	10.74	13.4	0.79	10.59
Mano de obra indirecta y sueldos		Dólares	-	-	18.88	-	-	10.42	-	-	7.40	-	-	7.09	-	-	6.94
Materiales para reparaciones, mantenimiento y refractarios		"	-	-	22.00	-	-	21.00	-	-	18.00	-	-	17.50	-	-	17.50
Gastos generales varios, incluida asistencia técnica		"	-	-	21.90	-	-	16.76	-	-	14.84	-	-	14.12	-	-	14.00
<u>Costo directo total</u>		"	-	-	<u>360.52</u>	-	-	<u>315.69</u>	-	-	<u>283.47</u>	-	-	<u>266.98</u>	-	-	<u>264.46</u>
Gastos de capital		"	-	-	82.63	-	-	73.28	-	-	61.84	-	-	53.30	-	-	52.73
<u>Costo total de producción</u>		"	-	-	<u>443.15</u>	-	-	<u>388.97</u>	-	-	<u>345.31</u>	-	-	<u>320.28</u>	-	-	<u>317.19</u>
Gastos de administración y ventas a/		"	-	-	41.03	-	-	36.31	-	-	28.94	-	-	28.09	-	-	24.48
Manipuleo y transporte ferroviario a puerto		"	-	-	5.59	-	-	5.59	-	-	5.59	-	-	5.59	-	-	5.59
Gastos de puerto		"	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44
<u>Costos de venta f.o.b. barco b/</u>		"	-	-	<u>496.21</u>	-	-	<u>437.31</u>	-	-	<u>386.28</u>	-	-	<u>361.40</u>	-	-	<u>353.70</u>

a/ Incluye gastos financieros de explotación, de acuerdo a la hipótesis supuesta.

b/ Excluye impuestos.

- iii) La incidencia de los gastos de capital es, para capacidades de producción reducidas, favorables al procedimiento Soderberg, por la menor inversión demandada para la preparación y reparación de los ánodos. Esta diferencia de 7.80 dólares por tonelada para 12.500 toneladas de capacidad, disminuye y cambia de signo a medida que aumenta la capacidad instalada. Para 150 000 toneladas, la diferencia de 4.20 dólares por tonelada es favorable al sistema de precócido;
- iv) El consumo de energía eléctrica es mayor en el sistema Soderberg. Según sea el precio de la misma y la capacidad instalada, podrán atenuarse de manera significativa, las diferencias a su favor, apuntadas en i), ii) y iii);
- v) De acuerdo con las hipótesis supuestas en los cálculos, el menor costo total de producción que favorecería al procedimiento Soderberg, prácticamente desaparece para capacidades que oscilan alrededor de 150 000 toneladas;

El análisis de los factores de localización de la planta de reducción de alúmina indica que es más favorable desde el punto de vista técnico-económico la integración del ciclo industrial en Poços de Caldas, por los siguientes motivos:

- i) El precio de la bauxita aumentará con el transporte, teniendo mayor importancia los gastos de manipuleo, carga y descarga sobre el monto total de dicho transporte, cuanto menor sea la distancia a recorrer. Estos gastos, independientes del recorrido de la alúmina, fueron estimados en 0.69 dólares por tonelada, es decir, representarán aproximadamente 1.38 dólares por tonelada de lingote de aluminio;
- ii) Si la planta de aluminio se instalara en las proximidades del puerto de Santos, el transporte de las materias primas y materiales para el baño electrolítico y para ánodos y cátodos, se reduciría en 0.60 dólares por toneladas de aluminio. Esta cifra es el valor máximo que podría acumular cualquier localización que tendiera a una ubicación menos mediterránea para la planta de reducción de alúmina. Si la planta se ubicara, en cambio, buscando una mayor proximidad con los centros industriales de consumo como es el caso de la ciudad de San Pablo, la que está unida a Santos por ramal ferroviario, el aumento de los costos de transporte de la alúmina no estaría compensado por la escasa reducción de las otras materias primas y materiales importados y del producto final. Los costos de manipuleo, carga y descarga de este último, se apreciaron como equivalentes a 1.69 dólares por tonelada. Vale decir, pues, que las cifras en juego para una localización de la planta de reducción distinta a Poços de Caldas,

/arrojarán ventajas

arrojarán ventajas a favor de esta última, las cuales aumentarán con la distancia que separe las plantas de alúmina y de aluminio. Si se considera la alternativa de reunir a dichas plantas en un solo lugar distante de la explotación minera, deberán entrar a actuar los mismos factores considerados al analizar la alternativa que suponía localizaciones distintas para la explotación minera y para la elaboración de la alúmina. En tal caso, aumentarán las desventajas de la descentralización del ciclo básico total;

- iii) El costo de la energía eléctrica entregada en los transformadores de la planta de reducción hipotética ubicada en Poços de Caldas, será mayor que en otra localización menos mediterránea que recurra a la fuente de abastecimiento de energía eléctrica que se indicó en el cuadro 17. En efecto, la localización de Poços de Caldas quedará muy próxima a la red que vincularía la proyectada central de Jaguará con los centros de consumo más importantes del estado de San Pablo. De acuerdo con las cifras indicadas en el citado cuadro 17, el costo del transporte de la electricidad equivaldría a 0.00035 dólares por cada kwh transportado a 100 km. En consecuencia, la localización en Poços de Caldas, posibilitaría un menor costo del kwh, con relación a otra menos mediterránea, como sería San Pablo o Santos donde no existe energía eléctrica marginal. El efecto resultante importará una menor incidencia por tonelada de aluminio, variable con el sistema de ánodos utilizado y con la capacidad instalada, pero que en el mejor de los casos, no será inferior a 9.18 dólares por tonelada de aluminio producido. Esta cifra, aparece en principio como decisiva, ya que sumada a las que arrojan otros factores ya considerados, daría un total que presumiblemente, no será neutralizado por el efecto de los que aún falta analizar.
- iv) La confrontación de la integración vertical de actividades en un sólo lugar y de la alternativa que supone la ubicación de la planta de reducción de la alúmina en Santos o San Pablo, arroja las siguientes ventajas a favor de la primera: Disminución de los gastos de capital como consecuencia de las menores inversiones en servicios y obras generales y economías de integración. Aplicando un procedimiento similar al utilizado anteriormente, esta disminución, que variará con la capacidad instalada, oscilaría alrededor de 9.00 dólares por tonelada de aluminio, tratándose de una planta de 12 500 toneladas de capacidad. (Sistema de ánodos de carbón precocido); disminución de los requerimientos de fuerza de trabajo, en medida variable con la capacidad instalada. Para una planta de 12 500 toneladas, se aprecia que el menor costo de la mano de obra, no será inferior a 2.0 dólares por tonelada de aluminio (sistema de precocido); y reducción de los gastos de administración y ventas.

v) A la inversa, la integración de actividades en Poços de Caldas, presenta las siguientes desventajas con respecto a las otras localizaciones en análisis:

- Exige inversiones adicionales en obras destinadas a servicios para el personal, no existen economías de urbanización que no serían necesarias si la planta de reducción de la alúmina se ubicara en un centro de mayor importancia. Aplicando el mismo procedimiento utilizado en el análisis de la etapa anterior (elaboración de la alúmina), se llega a la conclusión de que el aumento de inversión debido exclusivamente a la ubicación de la planta de reducción (sistema de precocido) en Poços de Caldas se traduciría en una elevación del costo de producción del aluminio equivalente a 2,0 dólares por tonelada. Este efecto será menor, cuanto mayor sea la capacidad instalada;
- Reportará mayores dificultades para asegurar la disponibilidad y permanencia del personal técnico y mano de obra calificada. Si se utiliza el mismo coeficiente empleado en las confrontaciones realizadas en la etapa anterior, el efecto negativo resultante podría oscilar entre 5,36 dólares y 2,86 dólares por tonelada, para capacidades anuales de 12 500 y 150 000 toneladas, respectivamente.

La totalización de las cifras con que, en primera aproximación, se ponderaron las ventajas y desventajas de cada localización, muestra ventajas a favor de la integración vertical de actividades en Poços de Caldas. Lógicamente, dicha totalización deberá incluir las cifras con que se midieron las ventajas ya acumuladas en la etapa anterior (elaboración de la alúmina).

##### 5. Conclusiones técnico-económicas generales sobre el desarrollo de la industria del aluminio en el Brasil

Basando los cálculos preliminares en diversas hipótesis cuya procedencia debería ser ratificada o rectificada mediante estudios complementarios más completos y detallados sobre la industria del aluminio en el Brasil, pueden concretarse algunas conclusiones. Estas conclusiones constituyen, en esencia, puntos de apoyo para continuar con el análisis también preliminar, del problema en el marco regional.

El uso de un método de valoración que recurrió a supuestos cuya validez práctica puede ser discutida y también anulada o cambiada de signo, constituyó un arbitrio indispensable que por lo menos retendrá el mérito de aportar bases de partida para la realización de estudios sistemáticos, /que cuenten

que cuenten con antecedentes más completos y ajustados a la realidad. Se piensa, sin embargo, que la magnitud de ajustes que resultarán de estos estudios complementarios, no hará perder validez a las conclusiones generales que se enuncian a continuación:

a) El Brasil puede desarrollar la producción de aluminio en condiciones técnico-económicas muy favorables. La disponibilidad de grandes reservas de minerales de bauxita de muy buena calidad y adecuadamente ubicadas, la posibilidad latente de disponer de energía eléctrica de bajo precio y la existencia de un mercado suficientemente desarrollado, constituyen los aspectos principales y que tendrán mayor influencia en la economía de producción;

b) no obstante la ubicación un tanto mediterránea de los yacimientos de bauxita de Poços de Caldas, los probables niveles de precios f.o.b., Santos que puede alcanzar la alúmina producida en una planta integrada, demuestran que existe la posibilidad de que este producto intermedio intervenga en el comercio regional en condiciones de competencia internacional. Aparece así, en principio, una fuente de abastecimiento capaz de satisfacer las demandas de numerosos países de la región. Análogas conclusiones pueden expresarse para el lingote de aluminio primario;

c) para emitir una opinión mejor fundada sobre las posibilidades que tiene este país de participar activamente en la corriente de exportación regional o mundial de alúmina y aluminio primario, será preciso analizar previamente las perspectivas que tienen otros países de la región de desarrollar la industria del aluminio. A pesar de que estos países, como ya se señaló, no cuenten con reservas conocidas de minerales de bauxita de calidad adaptable a los procedimientos clásicos, cuentan con condiciones locales cuyo efecto en la economía de producción, debe ser motivo de un análisis especial;

d) la posible participación del Brasil en el mercado exportador de alúmina, constituye potencialmente una garantía más de la regularidad y continuidad del abastecimiento a posibles plantas semi-integradas, que se erijan en la región. Esta posibilidad conforma, además, un factor

/que podría



que podría actuar como freno de eventuales dificultades que pudieran originarse desde otras fuentes de abastecimiento. Tal anomalía no existe en las actuales circunstancias;

e) si los futuros estudios complementarios sobre el desarrollo de este importante sector industrial, no modifican el sentido de las conclusiones precedentes, y se proyecta el desarrollo del intercambio sustentándolo en bases que lo fomenten sin apartarse del objetivo fundamental que debe perseguir una sana política económica regional, es decir, sin lesionar el criterio que conduce a la concentración de recursos en las producciones más ventajosas para la comunidad, es indudable que la industria del aluminio del Brasil está llamada a desempeñar un papel preponderante en el marco regional. Para cumplirlo con eficiencia, será necesario reestructurar los actuales planes de expansión del país.

C. PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO  
EN OTROS PAISES LATINOAMERICANOS.

1. Argentina

De los varios proyectos preparados en este país para encarar la producción de aluminio primario hasta el momento, no se ha concretado ninguno de ellos.

Uno de los proyectos se basa en la utilización de alunita de tipo sílico de Camarones (Patagonia). Los estudios realizados por la Colorado School of Mines Research Foundation sobre las muestras de alunita argentina, llegaron a las siguientes conclusiones:

- i) Es técnicamente factible producir alúmina de grado celda, con dicha alunita;
- ii) De todos los procedimientos técnicos evaluados para la producción de alúmina, los basados en el uso de ácido sulfúrico o de sulfato de amonio para solubilizar los valores de alúmina, ofrecen las mejores perspectivas de éxito económico. Los cálculos preliminares indicaron que si era factible utilizar el sulfato y el potasio contenidos en la alunita para fabricar sulfato potasio y/o sulfato de aluminio y/o sulfato de amonio como producción adicional de alúmina de grado celda, tal desarrollo industrial podría ser económicamente atractivo;
- iii) La probabilidad de obtener los productos comerciales adicionales indicados en ii) debe ser motivo de un estudio posterior de los procesos, que hasta el momento no se realizó;
- iv) El estudio preliminar llegó a la conclusión de que, de ser factible la obtención de productos adicionales, el costo total de producción de alúmina podría oscilar alrededor de 59.90 dolares por tonelada, partiendo de una materia prima de la siguiente composición química:

	<u>Porcentajes</u>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.6
SO <sub>3</sub>	26.4
SiO <sub>2</sub>	23.4
K <sub>2</sub> O	5.05
Na <sub>2</sub> O	1.37

/Las firmas

Las firmas Kaiser Aluminium and Chemical Corp., Reynolds Internacional Inc. y Pechinay, proyectaron instalar plantas para la producción del aluminio primario, partiendo de bauxita importada. Tales proyectos, preveían la instalación de las plantas en Puerto Madryn (Provincia de Chubut) o Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires). En un caso, la energía eléctrica necesaria sería producida en la propia planta, mediante turbinas a gas alimentadas por fluido a muy bajo precio; en otro caso, se proyectó utilizar la energía hidroeléctrica generada en la programada central de El Chocón.

Para proporcionar una idea del nivel de costos que podría alcanzar la producción de aluminio primario en este país, se calcularon probables costos de producción, cuyos resultados están resumidos en el cuadro 38.

Estos cálculos se basaron en las siguientes hipótesis:

a) Tentativamente, se supone que la hipotética planta de reducción de alúmina está ubicada en Puerto Madryn (Provincia de Chubut);

b) la capacidad instalada de producción anual es de 50 000 toneladas, capacidad que se ajusta aproximadamente a las proyecciones de la demanda para el año 1975;

c) la alúmina requerida se importa del Brasil. El precio c.i.f. planta para este material, se calculó de la siguiente manera:

- i) Se supuso que el costo de venta f.o.b. puerto Santos, es el que podría alcanzarse en una planta integrada ubicada en Poços de Caldas, cuya capacidad anual de producción de alúmina es de 250 000 toneladas.
- ii) Al costo de venta se le adicionó 7.43 dólares por tonelada por concepto de utilidad bruta de la empresa, cifra que representa aproximadamente el 10 por ciento de la parte proporcional de capital en acciones que correspondería a la capacidad de la planta aprovechada con fines de exportación (100 000 toneladas anuales).

Corresponde aclarar que en el caso citado precedentemente, como en todos los que están comprendidos dentro del capítulo, se supone una utilidad bruta arbitrariamente fijada, ya que no resulta de una verdadera ponderación de los efectos que ciertos impuestos directos que deberá afrontar la empresa - como es el caso del impuesto a la renta - tendrán sobre aquella utilidad. En rigor, la utilidad neta percibida por los accionistas, será

/Cuadro 38

**Cuadro 38**  
**COSTOS DE ELABORACION DEL LINGOTE DE ALUMINIO, PARTIENDO DE ALUMINA IMPORTADA, EN PLANTAS HIPOTETICAS INSTALADAS EN PAISES DE AMERICA LATINA (PROCEDIMIENTO SODERBERG)**  
**(Dólares corrientes por tonelada)**

País	Capacidad instalada (toneladas)	Unidad	Argentina		Chile						México Veracruz						Perú Pisco			Venezuela Guayana		
			Puerto Madryn 50 000		Puerto Montt 12 500			Punta Arenas 18 500			50 000			100 000			12 500			50 000		
			Consumo específico	Precio Costo	Consumo específico	Precio Costo	Consumo específico	Precio Costo	Consumo específico	Precio Costo	Consumo específico	Precio Costo	Consumo específico	Precio Costo	Consumo específico	Precio Costo	Consumo específico	Precio Costo	Consumo específico	Precio Costo		
Alúmina importada	ton	2.00	68.23 136.46	2.00	72.12 144.24	2.00	69.96 139.92	2.00	72.44 144.88	2.00	72.44 144.88	2.00	72.44 144.88	2.00	69.08 138.16	2.00	64.94 129.88					
Coque de petróleo calcinado	"	0.360	59.54 21.43	0.360	47.90 17.24	0.360	49.82 17.94	0.360	45.93 16.53	0.360	45.93 16.53	0.360	45.93 16.53	0.360	46.44 16.72	0.360	52.63 18.95					
Brea seca para pasta	"	0.180	71.99 12.96	0.180	61.57 11.08	0.180	73.91 13.30	0.180	69.65 12.54	0.180	69.65 12.54	0.180	69.65 12.54	0.180	60.09 10.82	0.180	66.28 11.93					
Carbonato de sodio	kg	3.00	0.0551 0.17	3.00	0.0435 0.13	3.00	0.045 0.14	3.00	0.05278 0.16	3.00	0.05278 0.16	3.00	0.05278 0.16	3.00	0.042 0.13	3.00	0.048 0.14					
Criolita sintética	ton	0.025	221.79 5.54	0.025	210.15 5.25	0.025	212.07 5.30	0.025	209.27 5.23	0.025	209.27 5.23	0.025	209.27 5.23	0.025	208.67 5.22	0.025	214.86 5.37					
Fluoruro de aluminio	"	0.035	341.79 11.96	0.035	330.15 11.55	0.035	332.07 11.62	0.035	328.18 11.49	0.035	328.18 11.49	0.035	328.18 11.49	0.035	328.67 11.50	0.035	334.86 11.72					
Fluoruro de calcio	kg	5.00	0.5679 0.28	5.00	0.0452 0.23	5.00	0.047 0.24	5.00	0.04327 0.22	5.00	0.04327 0.22	5.00	0.04327 0.22	5.00	0.043 0.22	5.00	0.05 0.25					
Combustible (fuel oil) y material para cátodos	Dólares	-	- 1.50	-	- 1.63	-	- 1.61	-	- 1.50	-	- 1.50	-	- 1.50	-	- 1.53	-	- 1.50					
Energía eléctrica	kwh	18 100	0.004 72.40	18 800	0.003 56.40	4 742 a/	0.0034 16.12	17 600	0.004 70.40	17 500	0.004 70.00	18 800	0.005 94.00	18 800	0.005 94.00	18 100	0.0025 45.25					
Mano de obra directa	Horas-hombres	14.4	0.79 11.38	18.6	0.79 14.69	22.2	0.79 17.54	14.40	0.79 11.38	13.6	0.79 10.74	18.6	0.79 14.69	14.4	0.79 11.38	14.4	0.97 13.97					
Mano de obra indirecta y sueldos	Dólares	-	- 9.17	-	- 20.98	-	- 27.03	-	- 9.17	-	- 7.09	-	- 20.98	-	- 20.98	-	- 10.92					
Materiales para reparaciones, mantenimiento y refractarios	"	-	- 18.00	-	- 22.00	-	- 40.00	-	- 18.00	-	- 17.50	-	- 22.00	-	- 22.00	-	- 18.00					
Gastos generales varios, incluida asistencia técnica	"	-	- 15.70	-	- 24.09	-	- 24.09	-	- 15.70	-	- 14.98	-	- 24.09	-	- 22.00	-	- 18.00					
<b>Costo directo total</b>	"	-	- <u>316.95</u>	-	- <u>329.51</u>	-	- <u>314.85</u>	-	- <u>317.20</u>	-	- <u>312.86</u>	-	- <u>360.06</u>	-	- <u>360.06</u>	-	- <u>283.58</u>					
Gastos de capital	"	-	- 67.41	-	- 91.71	-	- 131.39	-	- 67.41	-	- 61.91	-	- 91.71	-	- 91.71	-	- 67.41					
Costo total de producción	"	-	- <u>384.36</u>	-	- <u>421.22</u>	-	- <u>446.24</u>	-	- <u>384.61</u>	-	- <u>374.77</u>	-	- <u>451.77</u>	-	- <u>451.77</u>	-	- <u>350.99</u>					
Gastos de administración y ventas b/	"	-	- 31.00	-	- 43.53	-	- 43.53	-	- 31.00	-	- 29.09	-	- 43.53	-	- 43.53	-	- 31.00					
Manipuleo y transporte ferroviario a puerto	"	-	- 0.50	-	- 0.50	-	- 0.50	-	- 0.99	-	- 0.99	-	- 0.50	-	- 0.50	-	- 0.50					
Gastos de puerto f.o.b. g/	"	-	- 6.44	-	- 6.44	-	- 6.44	-	- 6.44	-	- 6.44	-	- 6.44	-	- 6.44	-	- 6.44					
Costo de venta f.o.b. barco c/	"	-	- <u>422.30</u>	-	- <u>471.69</u>	-	- <u>496.71</u>	-	- <u>423.04</u>	-	- <u>411.29</u>	-	- <u>502.24</u>	-	- <u>502.24</u>	-	- <u>388.93</u>					
Utilidad de la empresa (10 por ciento del capital accionario)	"	-	- 53.16	-	- 63.00	-	- 87.74	-	- 53.16	-	- 47.66	-	- 63.00	-	- 63.00	-	- 53.16					
<b>Precio de venta f.o.b. barco c/</b>	"	-	- <u>475.46</u>	-	- <u>534.69</u>	-	- <u>584.45</u>	-	- <u>476.20</u>	-	- <u>458.95</u>	-	- <u>565.24</u>	-	- <u>565.24</u>	-	- <u>442.09</u>					

a/ Mil m<sup>3</sup> de gas de 10 000 calorías por metro cúbico.

b/ Incluye gastos financieros de explotación, de conformidad con hipótesis supuesta.

c/ Excluye impuestos.

/bastante inferior

bastante inferior al porcentaje indicado y en consecuencia, podrá suponerse poco atractiva. Se prefirió, sin embargo, reservar el análisis de este aspecto para el capítulo siguiente, por razones de ordenamiento.

- iii) Al precio de venta resultante se le sumó el flete marítimo (4.33 dolares por tonelada), los costos de descarga (1.05 dolares) y los habituales gastos de importación, que para este caso fueron estimados en 2.06 dolares por tonelada de aluminio (seguro marítimo, gastos consulares, comisiones etc.)

De esta manera, el precio c.i.f. planta en Puerto Madryn, sería de 68.23 dolares. Este precio tendría poca diferencia con los que alcanzaría la alúmina importada desde otras fuentes.<sup>29/</sup>

Las referencias precedentes, indican que no se consideró la incidencia sobre el precio, de los impuestos de exportación y varios, ni tampoco la de las tarifas aduaneras. Estos gastos adicionales serán motivo de comentarios especiales posteriores.

d) La energía eléctrica se suministra desde la proyectada central hidroeléctrica de El Chocón. El costo de venta de esta energía puesta en planta usuaria de Puerto Madryn, se calculó en 0.0039 dólares por kwh (véase nuevamente el cuadro 17). Se supone que se venderá a 0.004 dólares por kwh, es decir, prácticamente al costo de venta, sin incluir impuestos indirectos. La aplicación de tal política de precios diferenciales parece en este caso viable, ya que la hipotética planta de reducción de la alúmina, absorberá únicamente el 19.7 por ciento aproximadamente del total anual generado por la empresa de hidroelectricidad. En consecuencia, las utilidades que dejan de percibirse con esta venta, serían recuperadas con la energía insumida en otros usos, donde el nivel de precios, puede elevarse considerablemente por sobre el calculado en el cuadro 17 (0.0054 dólares por kwh, sin impuestos); esto siempre que quede energía marginal disponible. Esta central está proyectada para satisfacer la demanda del Gran Buenos Aires.

---

<sup>29/</sup> ALCAN cotizó alúmina c.i.f. Puerto Madryn en 78.00 dólares incluyendo 9 dólares por concepto de transporte.

e) La planta de reducción responde al procedimiento Hall, sistema Soderberg;

f) las materias primas y materiales utilizados en el baño electro-lítico y en los ánodos y cátodos, son importados. Sus precios se calcularon utilizando un procedimiento similar al empleado en casos anteriores, y están indicados en el cuadro 16. Dicho cuadro contiene, además, los precios de otros elementos de costo;

g) por efecto de la falta de integración del ciclo, los gastos de capital aumentan en 9 por ciento con respecto a los indicados en el cuadro 30. Las inversiones no incluyen en este caso los importes correspondientes a obras e instalaciones exteriores a la planta propiamente dicha, ni tampoco las debidas a obras sociales. En este caso particular, será necesario, por ejemplo, realizar importantes inversiones para asegurar el abastecimiento de agua industrial y potable a la planta e introducir mejoras y ampliaciones en las obras e instalaciones del puerto existente. No se incluyeron en los cálculos, las inversiones demandadas por estas obras, porque se supone que por ser también necesarias para desarrollar otras actividades industriales en la zona, serán costeadas por el estado nacional y/o provincial. Aunque el acueducto sea costado por el estado, el agua no podría resultar a bajo costo. Entrará a jugar en los costos de producción ya que una planta de 20 000 toneladas anuales de aluminio consume aproximadamente 6 500 m<sup>3</sup>/día;

h) el insumo de mano de obra indirecta y sueldos, es también más elevado que el indicado en el cuadro N° 37. Por las razones ya comentadas al analizar los factores de localización en el Brasil, se apreció que la mayor incidencia de este factor, con respecto a las cifras calculadas por una planta integrada, será de aproximadamente 1.77 dólares por tonelada de aluminio;

i) los gastos de administración y ventas tienen, como ya se dijo, una mayor incidencia por tonelada de aluminio producido, cuando se trata de plantas semi-integradas. En este caso, se supuso que esta mayor incidencia representa aproximadamente 2.06 dólares por tonelada de aluminio;

/j) los

j) Los gastos generales varios son también más elevados que los que corresponden a una planta integrada de igual capacidad representando, en los casos supuestos, un mayor precio de 0.86 dólares por tonelada de aluminio.

El resultado del cálculo de los costos teóricos, conduce a las siguientes conclusiones generales preliminares:

- i) La Argentina puede desarrollar la metalurgia del aluminio en condiciones ventajosas para la economía nacional, toda vez que el costo de venta del lingote alcanza un nivel razonable. Si se supone por ahora que la empresa lo comercializa asignando al capital en acciones, una utilidad bruta del 10 por ciento (en la hipótesis de que éste represente un 45 por ciento de la inversión total), el precio de venta f.o.b. Puerto Madryn, libre de impuestos, sería de aproximadamente 475.46 dólares, cifra ésta que es inferior al medio vigente en los mercados internos de los países desarrollados (Véase nuevamente cuadro 9). En su conjunto, los impuestos que gravan las ventas representan en dicho país, alrededor del 12 por ciento del precio de venta. Si tal precio es de 540.0 dólares por tonelada, los impuestos alcanzarán a 64.80 dólares aproximadamente. En estas condiciones, la empresa vendería el producto a un precio que guarda muy poca diferencia, - 5 por ciento aproximadamente - con los vigentes en 1963 en los mercados internos de los países industrializados;
- ii) Si en lugar de desarrollar la metalurgia del aluminio, la Argentina optara por importar el metal desde el Brasil (planta de 150 000 toneladas de capacidad), éste sería despachado a plaza a un precio que oscilaría alrededor de las siguientes cifras:

<u>Costo de venta f.o.b. Santos (sin impuestos):</u>	<u>353.70 dólares</u>
Utilidad bruta de la empresa (10 por ciento del capital en acciones)	48.40
Impuestos indirectos y varios en el Brasil (estimado)	54.83
Gastos consulares (1.5 por ciento precio f.o.b.)	6.85
Flete marítimo (estimado)	8.00

/Costo c.i.f.

<u>Costo c.i.f.:</u>	<u>471.78 dólares</u>
Costo de crédito documentario (apertura, confirmación, utilización etc.): 5.27 por ciento del costo c.i.f.:	24.86
Gastos de aduana (1.5 por ciento del costo c.i.f.):	7.07
Seguro marítimo (0.75 por ciento del costo c.i.f.):	3.54
<u>Costo bruto del material en puerto:</u>	<u>507.25 dólares</u>

Si se adicionan al precio de venta f.o.b. fábrica en Puerto Madryn (sin impuestos), los gastos de transporte hasta Buenos Aires, y en ambos casos se grava al producto con los impuestos locales correspondientes, la confrontación de precios arrojará resultados favorables al aluminio producido localmente. Este análisis preliminar demuestra pues, que recurriendo exclusivamente a costos y precios como medio de valoración, Argentina no obtendrá ventajas económicas renunciando a sus proyectos de desarrollo de la metalurgia del aluminio primario. La ponderación de otros efectos económicos directos e indirectos que provocará este desarrollo industrial, reafirma aún más la opinión de que será poco factible demostrar las ventajas de una eventual complementación del intercambio entre ambos países, basada en el aluminio primario.

Para completar en mayor medida este análisis preliminar, restaría aún considerar la posibilidad de reducir la alúmina, utilizando el gas natural del que se dispone con relativa abundancia en la Patagonia Argentina y también, algunos factores relacionados con la localización de la planta hipotética.

El cuadro 39 contiene los resultados de los cálculos de costos teóricos que, en primera aproximación, se obtendrían en una planta idéntica a la supuesta en el caso anterior que generará la energía eléctrica en central propia, utilizando gas natural.

Tales cálculos se basaron en los siguientes supuestos:

- i) el gas de 8 900 calorías por metro cúbico se suministra a la empresa a un precio equivalente a 3.40 dólares por 1 000 Nm<sup>3</sup>. Este precio es algo superior a los que rigen en la zona de Puerto Madryn para ciertas industrias básicas que se desea fomentar. Se calculó que en una planta de 50 000 toneladas de capacidad, que utiliza el sistema de ánodos Soderberg, será necesario consumir 4 706 metros cúbicos de gas, con el fin de generar la energía eléctrica requerida para producir una tonelada de aluminio primario;



Quadro 39

COSTO DE ELABORACION DEL LINGOTE DE ALUMINIO, PARTIENDO DE ALUMINA IMPORTADA, EN PLANTAS HIPOTETICAS DE DIFERENTE CAPACIDAD, UBICADAS EN PUERTO MONTE, PUNTA ARENAS Y PUERTO MADRYN (PROCEDIMIENTO SODERBERG)

(Dólares corrientes por toneladas)

Concepto	País	Capacidad instalada (toneladas)	Unidad	Chile									Argentina								
				Puerto Montt			Punta Arenas			Punta Arenas			Puerto Madryn			Puerto Madryn					
				25 000			50 000			25 000			50 000			50 000			100 000		
				Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo	Consumo específico	Precio	Costo
Alúmina importada		t	2.00	72.12	144.24	2.00	72.12	144.24	2.00	69.96	139.92	2.00	69.96	139.92	2.00	68.23	136.46	2.00	68.23	136.46	
Coque de petróleo calcinado		t	0.360	47.90	17.24	0.360	47.90	17.24	0.360	49.82	17.94	0.360	49.82	17.94	0.360	59.54	21.43	0.360	59.54	21.43	
Brea seca para pasta		t	0.180	61.57	11.08	0.180	61.57	11.08	0.180	73.91	13.30	0.180	73.91	13.30	0.180	71.99	12.96	0.180	71.99	12.96	
Carbonato de sodio		kg	3.00	0.0435	0.13	3.00	0.0435	0.13	3.00	0.045	0.14	3.00	0.045	0.14	3.00	0.0551	0.17	3.00	0.0551	0.17	
Griolita sintética		t	0.025	210.15	5.25	0.025	210.15	5.25	0.025	212.07	5.30	0.025	212.07	5.30	0.025	221.79	5.54	0.025	221.79	5.54	
Fluoruro de aluminio		t	0.035	330.15	11.55	0.035	330.15	11.55	0.035	332.07	11.62	0.035	332.07	11.62	0.035	341.79	11.96	0.035	341.79	11.96	
Fluoruro de calcio		kg	5.00	0.0452	0.23	5.00	0.0452	0.23	5.00	0.047	0.24	5.00	0.047	0.24	5.00	0.5679	0.28	5.00	0.5679	0.28	
Combustible (fuel oil) y material para cátodos		Dólares	-	-	1.83	-	-	1.83	-	-	1.61	-	-	1.61	-	-	1.50	-	-	1.50	
Energía eléctrica		kwh	18 400	0.003	55.20	18 800	0.003	54.30	4.632	0.0034	15.77	4.5612	0.0034	15.51	4.7061	0.0034	16.00	4.6801	0.0034	15.91	
Mano de obra directa		Hombres-hora	16.1	0.79	12.72	14.4	0.79	11.38	18.9	0.79	14.93	16.9	0.79	13.35	16.9	0.79	13.35	15.7	0.79	12.40	
Mano de obra indirecta y sueldos		Dólares	-	-	12.27	-	-	9.17	-	-	14.49	-	-	9.43	-	-	9.43	-	-	8.10	
Materiales para reparaciones, mantenimiento y refractarios		"	-	-	21.00	-	-	18.00	-	-	37.00	-	-	30.50	-	-	30.50	-	-	29.50	
Gastos generales varios, incluida asistencia técnica		"	-	-	17.86	-	-	15.70	-	-	20.97	-	-	17.25	-	-	16.85	-	-	15.60	
<b>Costo directo total</b>		"	-	-	<u>310.60</u>	-	-	<u>300.10</u>	-	-	<u>293.23</u>	-	-	<u>276.11</u>	-	-	<u>276.43</u>	-	-	<u>271.81</u>	
Gastos de capital		"	-	-	80.61	-	-	67.41	-	-	116.61	-	-	99.81	-	-	99.81	-	-	86.56	
<b>Costo total de producción</b>		"	-	-	<u>391.21</u>	-	-	<u>367.51</u>	-	-	<u>410.04</u>	-	-	<u>375.92</u>	-	-	<u>376.24</u>	-	-	<u>358.37</u>	
Gastos de administración y ventas y Manipuleo y transporte ferroviario a puerto		"	-	-	38.31	-	-	31.00	-	-	38.31	-	-	31.00	-	-	31.00	-	-	29.09	
Gastos de puerto		"	-	-	0.50	-	-	0.50	-	-	0.50	-	-	0.50	-	-	0.50	-	-	0.50	
Gastos de venta f.o.b. barco d/		"	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44	-	-	6.44	
<b>Costo de venta f.o.b. barco d/</b>		"	-	-	<u>436.46</u>	-	-	<u>405.45</u>	-	-	<u>455.29</u>	-	-	<u>413.86</u>	-	-	<u>414.18</u>	-	-	<u>394.40</u>	
Utilidad de la empresa (10 por ciento del capital en acciones)		"	-	-	55.96	-	-	53.16	-	-	78.46	-	-	73.41	-	-	73.41	-	-	67.91	
<b>Precio de venta f.o.b. barco d/</b>		"	-	-	<u>492.42</u>	-	-	<u>458.61</u>	-	-	<u>533.75</u>	-	-	<u>487.27</u>	-	-	<u>487.59</u>	-	-	<u>462.31</u>	

g/ Mil m<sup>3</sup> de gas de 10 000 calorías por metro cúbico.  
 d/ Excluye impuestos.

h/ Mil m<sup>3</sup> de gas de 8 900 calorías por metro cúbico.

g/ Incluye gastos financieros de explotación, de acuerdo a la hipótesis supuestas.

(11) 1a

- ii) la energía eléctrica se genera en una central integrada por motores a gas y generadores con capacidad generatriz adicional, sistemas eléctricos, instrumental, cañerías e instalaciones de almacenamiento, sistema de arranque, distribución y control de presión, ventiladores, filtros, medidores, sala de controles, grúa, equipo de transporte, edificios, instalaciones para el personal etc. La inversión necesaria para erigir la central eléctrica que alimentará a una planta de 50 000 toneladas, se estimó en 22 500 000 dólares aproximadamente.

Comparando los resultados indicados en el cuadro 39 con los obtenidos en el cuadro 38 para una planta de igual capacidad, que compra energía eléctrica a terceros, surgen los siguientes comentarios:

a) la incorporación de la central eléctrica al equipo productivo, ocasiona un aumento de los insumos de mano de obra directa, indirecta y sueldos, de materiales para reparaciones y mantenimiento, gastos generales y de los gastos de capital. El más significativo corresponde a este último y equivale aproximadamente a 32.40 dólares por tonelada de aluminio;

b) el efecto concurrente de los factores enunciados en a) no consigue elevar el costo total de producción por encima del nivel alcanzado en el cuadro 38, ya que éste la supera en 8.12 dólares por tonelada de aluminio. Pero, al aumentar la densidad de capital por unidad producida debido a la incorporación de la central eléctrica, el precio de venta tendrá que ser superior al indicado en el cuadro 38, si la estructura de capital no se modifica, es decir si el capital en acciones mantiene la misma proporción con relación a la inversión total y percibe la misma utilidad bruta. Tal como lo indican los cuadros 38 y 39, el precio de venta del lingote fabricado en una planta que cuenta con una central propia de generación de energía eléctrica, superará en 12.13 dólares aproximadamente al que se obtendría adquiriendo la electricidad de terceros al precio de 0.004 dólares por kwh.

Si los precios de la energía eléctrica comprada y la generada se mantienen dentro de las cifras supuestas, el país no obtendrá ventajas económicas quemando gas natural para generar energía eléctrica destinada a reducir alúmina. Con la finalidad de dar una idea sobre la medida en que puede decrecer el efecto de la mayor densidad de capital con el

/aumento de

aumento de la capacidad de producción, se calculan en el mismo cuadro 39, los costos teóricos probables correspondientes a una capacidad instalada de 100 000 toneladas anuales. Si estos resultados se confrontan con los del cuadro 38, se comprobará que el impacto económico desfavorable tiende a atenuarse, pero no en medida que traduzca ventajas apreciables a favor de la alternativa. Claro está que en este caso, la planta contará con alimentación directa de energía eléctrica totalmente bajo su control. Es ésta una ventaja de operación que puede tener notable significación económica por las mayores garantías que ofrece en favor de la regularidad y continuidad de la producción de aluminio, la que no se obtendrá, aún contando con doble línea de transporte, cuando la fuente de energía eléctrica se ubica en lugares geográficos distintos y distantes de la planta de aluminio.

El análisis de los factores de localización muestra que existen otros lugares geográficos posibles para ubicar la planta de aluminio en la Argentina. Tal es el caso de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires) por ejemplo. Se aprecia que la alternativa de localizar la planta en proximidades de la central hidroeléctrica, no proporcionará ventajas económicas, aún en la hipótesis de que el transporte de las materias primas importadas pudiera efectuarse por vía fluvial, aprovechando el río Negro, por los siguientes motivos:

- i) el transporte fluvial de la bauxita y de las materias primas y materiales para el baño electrolítico y para los ánodos y cátodos, se encarecería en no menos de 10.9 dólares por tonelada de aluminio por concepto de flete y trasbordos. A esta cifra deberán agregarse los mayores gastos motivados por el transporte del producto hasta los centros más importantes de consumo, que se estiman en 2.7 dólares aproximadamente, por tonelada de aluminio. Pero no es muy probable que sea posible realizar el transporte fluvial en todo el recorrido del río Negro, a precios que no superen la cifra indicada en el cuadro 16. Si el transporte debiera realizarse por ferrocarril, el aumento debido a este factor con relación a la localización en Puerto Madryn, no será inferior a 23.20 dólares por tonelada de aluminio, (por concepto de trasbordo en Viedma y transporte hasta Carmen de Patagones, carga a vagones y transporte ferroviario hasta la planta de reducción);

/ii) por

- ii) por eliminación del transporte, el costo de la energía eléctrica se reduciría en aproximadamente 30,23 dólares por tonelada de aluminio (Planta de 50 000 toneladas);
- iii) la ubicación de la planta de reducción en proximidades de la central hidroeléctrica, elevaría las inversiones por mayor transporte de las máquinas y equipos y más alto costo de las obras locales. Adoptando porcentajes similares a los empleados para el análisis de otras localizaciones, la mayor inversión puede estimarse en 2 540 000 dólares, lo que significa una incidencia adicional del orden de 5,07 dólares por tonelada de aluminio;
- iv) las exigencias derivadas de los permanentes trasbordos y manipuleos de materias primas y materiales en puerto y en Carmen de Patagones, aumentarán los insumos de mano de obra indirecta y sueldos, toda vez que será necesario mantener el personal necesario para la recepción y el control de los mismos y para el mantenimiento de las instalaciones y equipos con que deberá contarse en dichos lugares. Aquel aumento será significativo, por ser reducida la corriente inicial de materias primas y materiales;
- v) la escasa diferencia de flete marítimo a favor de la localización mediterránea en el supuesto de que las materias primas y materiales importados pudieran trasbordarse en proximidades de Viedma, estará muy lejos de compensar los gastos adicionales en que se incurrirá con dicho trasbordo de las cargas a barcazas.

La localización de la planta en Bahía Blanca, muestra en principio, las siguientes diferencias con respecto a la de Puerto Madryn:

- i) menor flete marítimo de la bauxita y de las materias primas y materiales importados. Puede estimarse que representará, en total, alrededor de 2,10 dólares por tonelada de aluminio;
- ii) el costo del transporte de la energía eléctrica será prácticamente igual, en la hipótesis de que en ambos casos, las plantas se alimenten desde redes de alta tensión tendidas directamente;
- iii) la localización en la ciudad de Bahía Blanca permitirá reducir las inversiones adicionales destinadas a servicios para el personal, en las que, de una manera u otra, la empresa debería participar. Esta reducción, en todo caso, será inferior a 2,0 dólares por toneladas de aluminio primario;
- iv) la localización en Bahía Blanca, presentará menores dificultades en lo relacionado con la disponibilidad y permanencia de

/la fuerza

la fuerza de trabajo. Estas menores dificultades, ponderadas utilizando un procedimiento similar al empleado en otras confrontaciones, puede representar una economía del orden de 4.0 dólares por tonelada de aluminio;

- v) la localización en Puerto Madryn, ocasiona un mayor costo de transporte del producto final a los centros de consumo, que oscilará alrededor de 4.0 dólares por tonelada de lingote de aluminio.

Los comentarios precedentes, conducen a una poca significativa diferencia a favor de la ubicación de la planta de reducción en Bahía Blanca. Es posible, sin embargo, que el peso de otras consideraciones económicas basadas en el proyectado desarrollo de algunas industrias básicas en el norte de la Patagonia Argentina, como el de la siderurgia, mediante el aprovechamiento de los yacimientos de Sierra Grande, puedan conducir a resultados que anulen y cambien de signo a las ventajas aparentes que presenta la localización de la planta en la ciudad de Bahía Blanca.

De cualquier manera, parece evidente que tanto la localización en Puerto Madryn como en Bahía Blanca, constituyen soluciones favorables para el desarrollo de la metalurgia del aluminio en Argentina. En ambos casos, se podrán alcanzar niveles de precios prácticamente iguales a los que rigen en los países industrializados.

## 2. Chile

El consumo aparente global de aluminio alcanza bajos niveles relativos en Chile. De acuerdo con las proyecciones del capítulo III, dicho consumo sería aproximadamente de 13 400 toneladas, en el año 1975. Esta cifra no refleja el nivel industrial actual y potencial del país. A pesar de esta situación, razones fundadas en el hecho de que este país cuenta con importantes reservas para generar energía hidroeléctrica y con abundante gas natural no aprovechado hasta el momento, y en la ubicación geográfica del mismo, movieron a incluirlo en este estudio preliminar.

En el cuadro 17 se calculó el probable costo de la energía eléctrica en la proyectada central de Río Puelo. Según ese cálculo, el costo

/de venta

de venta de una central hidroeléctrica instalada cerca de Puerto Montt, oscilaría alrededor de 0.0023 dólares por kwh. La existencia de abundantes reservas de gas natural de alto poder calorífico en proximidades de Punta Arenas y el hecho de que dichas reservas no se explotan por falta de mercado, aconsejan investigar las ventajas que podrían derivarse si se las emplea para generar energía eléctrica.

Los recursos mencionados, plantean dos soluciones probables para la instalación de una planta de aluminio, las cuales conviene investigar.

Para proceder a la evaluación de estas posibilidades, se utilizó el mismo medio de valoración empleado en los casos ya tratados, calculándose los probables costos teóricos de producción del lingote de aluminio primario que podrían obtenerse en plantas hipotéticas ubicadas en Puerto Montt y en Punta Arenas. Los resultados de estos cálculos, se indicaron en el cuadro 38, debiéndose aclarar que los precios de los elementos de costo utilizados, se dieron en el cuadro 16. La capacidad de producción fijada a las plantas hipotéticas ubicadas en Puerto Montt y Punta Arenas, es de 12 500 toneladas anuales, capacidad que corresponde prácticamente a la demanda estimada para el año 1975.

La confrontación de los resultados obtenidos para cada posible localización, lleva a las siguientes conclusiones:

a) Si el precio de venta de la alúmina del Brasil f.o.b. puerto Santos oscila alrededor de 60.79 dólares, precio que se obtiene suponiendo que la utilidad bruta del capital en acciones de la empresa vendedora representa el 10 por ciento de dicho capital, desde el punto de vista económico convendrá que Chile importe alúmina de dicha procedencia, toda vez que a igualdad de precios de venta, el flete de la alúmina procedente de América Central o de los Estados Unidos, hasta Punta Arenas o Puerto Montt, será significativamente más elevado;

Si el precio f.o.b. Puerto Santos, se agregan el flete marítimo, los gastos de descarga y otros gastos adicionales de importación, el costo de la alúmina c.i.f planta en Punta Arenas o en Puerto Montt será de aproximadamente 69.96 dólares y 72.12 dólares respectivamente;

/b) el

b) el costo teórico total de producción alcanzable en una planta hipotética ubicada en Puerto Montt, si el precio del kwh es de 0.003 dólares, será significativamente inferior al que se obtendría en Punta Arenas utilizando gas natural de 10 000 calorías, que se supone entregado en la planta a 3.40 dólares por cada mil metros cúbicos. La diferencia entre los costos de producción, tal como lo indica el cuadro 38, alcanza a 25.02 dólares por tonelada de aluminio y se funda en las mismas causas ya indicadas al considerar la situación argentina. En este caso, dicha diferencia aparece más acentuada, por efecto de las economías de escala y del menor precio de la energía hidroeléctrica suministrada. Nótese que aunque el precio del kwh fuera de 0.004 dólares, resultaría un menor costo total de producción en Puerto Montt, equivalente a 6.22 dólares por tonelada de aluminio primario;

c) si en lugar de comparar costos totales de producción o de venta, se confrontan probables precios de venta sin impuestos, siempre en la hipótesis de que se mantenga la misma participación del capital en acciones dentro de la estructura total del capital e igual utilidad bruta para los accionistas, la diferencia a favor de la localización en Puerto Montt, aumentará a 49.76 dólares por tonelada de aluminio;

d) los probables niveles de precios alcanzables en la solución más favorable, serán notablemente superiores a los que rigen en los países industrializados. En efecto, si a las cifras indicadas en el cuadro 38, se agrega la incidencia de los impuestos indirectos más significativos, el probable precio de venta f.o.b. fábrica de la tonelada de lingote de aluminio, oscilará alrededor de 615 dólares la tonelada. Se observa pues, que a pesar del precio comparativamente más bajo de la energía hidroeléctrica adoptado en los cálculos, la influencia debida a las economías de escala conduce a una situación distinta a las que se presentan en el Brasil y la Argentina.

Para proporcionar una idea aproximada de las variaciones que se producirán como consecuencia del aumento de la capacidad instalada, se calcularon los probables costos que se obtendrían en plantas hipotéticas de 25 000 y 50 000 toneladas, ubicadas en los mismos lugares. Los resultados figuran en el cuadro 39 y sugieren los siguientes comentarios:

/i) la

- i) la confrontación de los costos de ventas en ambas localizaciones, indica que la diferencia francamente favorable a Puerto Montt equivale a 18.83 dólares por tonelada para una capacidad de 25 000 toneladas y a 8.41 dólares para una capacidad de 50 000 toneladas. Sin embargo, y por análogas razones a las mencionadas para el caso argentino, la comparación de los probables precios de venta en la hipótesis de que éstos aseguren una utilidad bruta del 10 por ciento al capital en acciones (se supone que ésta representa el 45 por ciento de la inversión total), muestra una mayor diferencia favorable a Puerto Montt que alcanza a 41.33 dólares (planta de 35 000 toneladas) y a 23.66 dólares (planta de 50 000 toneladas) por tonelada de lingote de aluminio primario.

No parece existir ninguna duda sobre las ventajas que depara la ubicación de la planta de reducción de la alúmina en Puerto Montt, cualquiera que sea la capacidad anual instalada. En rigor, existen otras razones que refuerzan las ventajas apuntadas entre las que cabe citar las siguientes: al ubicar la planta en Puerto Montt, se reducirán los transportes del producto a los centros más importantes de consumo. Esta ventaja, significará alrededor de 2.16 dólares por tonelada de aluminio, aproximadamente; debido a la ubicación geográfica, las condiciones climáticas de Punta Arenas, son más desfavorables y afectarán negativamente la economía de producción; al existir disponibilidad de energía hidroeléctrica de bajo precio, será más ventajoso optar por su utilización y no por generarla quedando gas. No parece muy conveniente recurrir a esta última solución, ya que la transformación del gas en energía eléctrica entraña la pérdida de cerca de las tres cuartas partes del poder calorífico del combustible.

- ii) Si la capacidad de producción de la planta hipotética ubicada en Chile, fuera de 50 000 toneladas anuales, el precio del aluminio en el mercado interno podría oscilar alrededor de 521 dólares, a saber,

	<u>Dolares</u>
Precio de venta sin impuestos:	458.61
Impuestos indirectos:	<u>62.40</u>
Total:	<u>521.01</u>

Estos precios, al igual que en el caso de la Argentina, serían prácticamente similares a los que rigen en los mercados internos de los países industrializados. Pero en tal caso, como el consumo aparente de Chile en 1975, oscilaría alrededor de 13 400 toneladas, restará un saldo de 36 000 toneladas que debiera ser exportado. Sobre este particular, se volverá más adelante.



### 3. México

Además del Brasil, México inició la producción de aluminio en una planta ubicada a 15 km. de la ciudad de Veracruz.

Dicha planta de reducción instalada por la Compañía S.A. de C.V., tiene 20 000 toneladas de capacidad y utiliza el sistema de ánodos Soderberg. La transmisión de la energía eléctrica, se efectúa por una red de 110 000 volts hasta 2 transformadores de 40 000 KVA, donde la tensión se reduce a 13 800 volts. Antes de entrar en la planta, otro transformador baja la tensión a 286 volts. La corriente ya rectificadas en 12 rectificadores conectados en paralelo, alimenta 62 celdas electrolíticas operadas en serie, circulando con 100 000 améres. Para producir un kilogramo de aluminio, se consumen 2 kg. de alúmina y 18 kwh de energía eléctrica.

A pesar de no disponerse de la información mínima indispensable para calcular los costos de generación de energía eléctrica en la central de Tamascal ni del precio de la alúmina importada desde la planta de Point Confort (Texas), se intentó llegar a una aproximación burda sobre el probable nivel de costos de reducción de la alúmina, recurriendo a algunas hipótesis simplificativas. Los resultados de los cálculos, que aparecen resumidos en el cuadro 38, se basaron en los siguientes supuestos:

a) la alúmina importada desde Point Confort, es de calidad similar a la considerada para el Brasil, y se transporta por ferrocarril hasta la planta industrial. Dicha materia prima se adquiere a un precio f.o.b. planta proveedora, inferior al vigente en el mercado interno de los Estados Unidos y equivalente a 59.42 dólares por tonelada métrica. Agregando a este valor, los gastos de transporte ferroviario y de trasbordo, el precio de la tonelada de alúmina, puesta en planta de Veracruz, alcanza a 72.44 dólares;

b) la energía eléctrica suministrada por la central de Tamascal, se vende a un precio preferencial equivalente a 0.004 dólares por kwh;

c) la planta existente ha sido ampliada. Atendiendo a las demandas actuales del mercado interno y a las proyectadas para 1970 y 1975, los cálculos se refieren a las capacidades instaladas que varían entre 50 000 y 100 000 toneladas anuales;

/d) las

d) las materias primas y los materiales destinados al baño electrolítico y a los ánodos y cátodos, se importan desde los Estados Unidos. Los precios se calcularon utilizando un método similar al empleado en casos anteriores y se indican en el cuadro 16.

e) como consecuencia de la falta de integración del ciclo industrial con la obtención de la alúmina, las inversiones aumentan también en este caso, en un 9 por ciento con respecto a las indicadas en el cuadro 30. No incluyen los importes correspondientes a obras e instalaciones exteriores, a la planta de reducción propiamente dicha, ni tampoco las debidas a obras sociales, con excepción de sanitarios y sala de primeros auxilios, comedores para el personal y edificio de administración;

f) los gastos por concepto de mano de obra indirecta y sueldos y los de administración y ventas y los generales, son más elevados que los indicados en el cuadro 38, por cuanto en este caso se trata de una planta semi-integrada.

El resultado del cálculo de los costos teóricos, conduce a las siguientes conclusiones preliminares:

- i) México puede también desarrollar la metalurgia del aluminio en condiciones económicas ventajosas para el país. Para la capacidad de 50 000 toneladas anuales, en la hipótesis de que la empresa comercializara el lingote de aluminio con una utilidad bruta equivalente al 10 por ciento del capital accionario, podría colocarlo en el mercado interno a un precio f.o.b. fábrica, libre de impuestos, de 476.20 dólares. Si a tal precio se le adicionan los impuestos indirectos, alcanzaría un nivel poco diferente del que rige en los mercados internos de los países industrializados productores de aluminio. Dicho precio será, además, inferior al que alcanzaría en puerto de destino, el aluminio importado desde el Brasil o desde otras fuentes tradicionalmente exportadoras de este material. La situación mejorará, desde luego, cuando se amplíe la producción conforme a la demanda del mercado interno;
- ii) si los supuestos adoptados como base de cálculo se cumplen, no es improbable que México pueda participar en la corriente exportadora regional, satisfaciendo las demandas de algunos países de América Central. Tal posibilidad, será motivo de un comentario especial más adelante.

#### 4. Perú

La demanda aparente del Perú proyectada para el año 1975, es aún inferior a la de Chile. A pesar de ello conviene también realizar un análisis preliminar sobre las perspectivas que presenta el país para la producción del lingote de aluminio primario, ya que en varias oportunidades, el mismo proyectó instalar una planta con tal finalidad. Los nuevos proyectos hidroeléctricos ejecutados en el país, sobre todo el relacionado con el aprovechamiento del potencial del río Mantaro, abren una posibilidad para aquella industria. Como Perú no cuenta con reservas conocidas de mineral de bauxita, la producción del aluminio primario deberá basarse en la importación de las materias primas. Por la ubicación geográfica con respecto a las probables fuentes de abastecimiento, convendrá que se importe la alúmina, cuyo origen, a los fines de este estudio preliminar, puede ser Jamaica.

Tentativamente, y con vistas a aprovechar la energía hidroeléctrica de la central de Mantero, se supuso que la planta hipotética de reducción se localiza en Pisco, a 260 km. de distancia aproximadamente, de aquella central.

Establecidas estas hipótesis de partida, se calcularon los probables costos teóricos de producción del aluminio primario, cuyos resultados están contenidos en el cuadro 38. Conviene aclarar sobre este particular:

a) la capacidad inicial de la planta se fijó en 12 500 toneladas, que es suficiente para satisfacer la demanda interna estimada para el año 1975. La estructura técnica de dicha planta se ajusta a las características indicadas para la unidad tipo que utiliza el sistema de ánodos Soderberg;

b) los precios de las materias primas y materiales para el baño electrolítico y para los ánodos y cátodos, se calcularon utilizando el mismo procedimiento empleado para los casos anteriores, partiendo de la base de que en su totalidad, se importan desde los Estados Unidos (Véase nuevamente el cuadro 16);

c) el precio de la energía hidroeléctrica suministrada por la central de Mantaro, se fijó en 0.005 dólares por kwh. Según los resultados de los cálculos consignados en el cuadro 17, tal precio es algo

/superior al

superior al costo teórico de venta en la planta de aluminio, ya que lo supera en 0.0005 dólares; cifra ésta que sin considerar deducciones por impuestos, representará la ganancia que la empresa de hidroelectricidad obtendría por este suministro. Hay que agregar que la totalidad de la energía que producirá Mantaro en su primera etapa está destinada a la industria de Lima. Por lo tanto, las posibilidades de una industria de aluminio entrarían a operar una vez que se termine la segunda etapa del proyecto.

d) el costo total teórico de producción de la tonelada de aluminio primario, es de 451.77 dólares y supera a todos los calculados hasta el momento. El costo de venta f.o.b. puerto de Pisco, alcanzaría a 502.24 dólares y el probable precio de venta, sin cargas impositivas, suponiendo una utilidad del 10 por ciento al capital en acciones (en la hipótesis de que este último represente el 45 por ciento de la inversión total), sería de 565.24 dólares. Si los impuestos indirectos equivalen aproximadamente al 12 por ciento del precio de venta, éste último alcanzaría a 642.27 dólares aproximadamente.

Como puede observarse, tal precio de venta f.o.b. puerto de Pisco supera en alrededor de 25 por ciento a los vigentes en los mercados internos de los países industrializados. Atendiendo exclusivamente a los niveles de precios, es evidente que recurriendo a la importación del aluminio primario, el Perú podría obtener condiciones más ventajosas.

## 5. Venezuela

Este país tiene el consumo aparente por habitante más elevado de toda la región. Dicho consumo, alcanzó a 1.33 kg en 1963, cifra que es bastante inferior al máximo de 2.85 kg registrada en la década pasada (año 1959).

El país presenta, sin duda, condiciones ventajosas para el desarrollo de la metalurgia del aluminio. Además de contar con una buena demanda interna, 27 000 toneladas para 1970, dispone del gran potencial hidroeléctrico del río Caroní y está geográficamente mejor ubicado que los restantes países hasta ahora considerados, con respecto a las fuentes de abastecimiento de bauxita o alúmina. Como ya se expresara en los comentarios sobre las reservas de materias primas, no se han encontrado hasta el momento en el país, reservas de la calidad requerida por los procesos clásicos.

/Para proporcionar

Para proporcionar una idea preliminar comparativa sobre las perspectivas que presenta el desarrollo de la producción de aluminio primario en Venezuela, se establecieron las siguientes hipótesis de partida:

a) una planta de reducción de alúmina hipotética de 50 000 toneladas de capacidad, se localiza proxima a la central de Mancagua, y a una distancia aproximada de 20 km de la misma. Las proyecciones del consumo aparente del país para el año 1975, alcanzan la cifra de 38 000 toneladas (véase nuevamente el cuadro 10), de manera que teóricamente la capacidad sobrante de dicha planta hipotética sería del orden de 12 000 toneladas;

b) en la planta se aplica el procedimiento Hall, sistema de ánodos Soderberg;

c) los precios de los factores de producción, están indicados en el cuadro 16 y se calcularon recurriendo al mismo procedimiento utilizado al tratar los casos anteriores. Como las remuneraciones de la fuerza de trabajo en Venezuela, superan los valores medios de los demás países considerados, se estimó procedente tener en cuenta la influencia económica de esta situación. El jornal medio horario adoptado, equivale a 0.97 dólares;

d) se supuso que la energía eléctrica es suministrada por la central de Mancagua I al precio de 0.0025 dólares por kwh. Este precio supera en 0.0006 dólares al costo de venta en planta usuaria, calculado en el cuadro 17.

Los resultados de los cálculos realizados, están indicados en el cuadro 38. Puede observarse que el costo teórico total de producción es más bajo que los de todas las plantas hipotéticas semintegradas consideradas hasta el momento y apenas 5.68 dólares por tonelada, superior al calculado para la planta integrada de igual capacidad, hipotéticamente ubicada en Poços de Caldas (Brasil). La explicación de esta pequeña diferencia, está en el menor precio que en la planta de Venezuela tendrá la energía eléctrica y las materias primas y materiales para el baño electrolítico y para los ánodos y cátodos por tonelada de aluminio producido. Ese menor precio equivale a 31.56 dólares aproximadamente, y se compensa con creces con el mayor costo de la alúmina, que importa

24.70 dólares y los más elevados costos de otros factores de producción, como puede inferirse confrontando los costos parciales indicados en los cuadros 37 y 39.

Admitiendo que los impuestos indirectos representan también en este caso aproximadamente el 12 por ciento del precio de venta, éste último sería de 502.37 dólares por tonelada de aluminio primario f.o.b. planta productora, cifra ésta algo inferior a la que corresponde a los precios medios vigentes en los países industrializados.

Si las hipótesis establecidas se verifican en la práctica, Venezuela tendría un saldo exportable de 18 000 toneladas anuales de lingote de aluminio primario, cuyo posible destino será comentado en el capítulo siguiente.

#### 6. Otros países latinoamericanos

Fuera de los países considerados, únicamente Colombia tiene un consumo aparente global de lingote de aluminio primario de cierta importancia, el que según las proyecciones alcanzará a 31 000 toneladas en 1975. Pero, en principio, dicho país no presenta condiciones económicas favorables para desarrollar la metalurgia del aluminio, por falta de materias primas adecuadas y alto costo de transporte interno.

El consumo aparente del Uruguay, Bolivia y otros países de la región es muy bajo. Dichos países no cuentan, analizados aisladamente, con factores favorables que aconsejen una concentración de recursos con la finalidad de instalar esta industria básica.

## Capítulo V

### LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO EXISTENTE Y LAS POSIBILIDADES DE SU INTEGRACION REGIONAL

#### A. CONSIDERACIONES GENERALES

En el capítulo precedente se realizó un análisis preliminar de las perspectivas que varios países de América Latina presentan para la producción del lingote de aluminio primario. El empleo de un método de valoración basado en precios y costos permitió considerar varias localizaciones y extraer algunas conclusiones sobre las perspectivas de evolución que tiene esta importante industria básica. La confrontación de los precios de los factores de producción permitió paralelamente, incursionar en ciertos aspectos vinculados con la complementación entre países.

El hecho de que únicamente dos países - el Brasil y México - hayan instalado plantas para la producción del lingote de aluminio primario, simplifica en gran medida el análisis del problema, cuando se le enfoca en el marco regional. No se hacen visibles, en este caso, situaciones de hecho generalizadas que a menudo, en otros sectores industriales, acumulan vicios de origen cuya influencia difícil de neutralizar, entorpece la adopción de las soluciones teóricamente más convenientes.

Los análisis preliminares consideraron plantas hipotéticas, dejando de lado, con excepción de México, a las plantas existentes. Varias razones movieron a adoptar tal temperamento, entre las que cabe mencionar:

a) la capacidad de producción instalada y que oscila alrededor de 41 600 toneladas, se distribuye en tres plantas, dos de las cuales están instaladas en el Brasil y la restante, en México. Esta capacidad instalada, representa aproximadamente el 15.7 por ciento del consumo aparente regional proyectado para 1970 y algo más del 9.4 por ciento del previsto para 1975. Las cifras precedentes muestran que si bien estas situaciones pueden influir parcialmente en los niveles de precios del lingote de aluminio primario local, no constituyen necesariamente el núcleo en torno al cual debiera girar el desarrollo de la industria de la región.

/b) EL

b) El Brasil es el único país de América Latina que cuenta con importantes reservas de bauxita de buena calidad cuyo aprovechamiento puede ser encauzado y regulado por el gobierno de dicho país. Esta situación reviste especial importancia político-económica, ya que de cumplirse los necesarios requisitos técnico-económicos, podría dar origen a una corriente de abastecimiento de materias primas a los países de la región, en condiciones de competencia internacional. No se pretende dar visos de realidad a una situación anormal inexistente en la actualidad toda vez que cualquier país que desee desarrollar localmente la metalurgia del aluminio, contará seguramente con ofertas de materias primas de diversas fuentes independientes. Pero, si inspirados en una sana política de complementación regional los países de la región resuelven coordinar y ejecutar una acción común adoptando soluciones que conduzcan a un mayor y mejor aprovechamiento de las reservas naturales con que cuenta, en modo alguno estarán propiciando la formación de un bloque independiente que pueda lesionar intereses extraños a la región. La influencia de las economías de escala en cada una de las etapas del ciclo integrado que conduce al lingote de aluminio primario, ha sido motivo de comentarios especiales en el capítulo IV. La única manera de neutralizar sus notables efectos, se logrará desarrollando una complementación que amplíe los mercados más allá de los límites políticos de cada país. Si se intenta encuadrar las soluciones con tal enfoque, difícilmente las situaciones de hecho existentes, podrán ser tomadas como base de partida. En la mayoría de los casos, las soluciones ya concretadas, responden a directivas de planeamiento encuadradas dentro de las limitaciones que imponen las condiciones locales de cada país. Lo expresado, no significa de manera alguna dejar de lado o subestimar los esfuerzos realizados hasta el momento. Por el contrario, las plantas instaladas merecen especialísima atención y en modo alguno puede prescindirse de su aporte que será más adelante claramente precisado. Si las conclusiones de un estudio preliminar indican la factibilidad económica de un aporte de los yacimientos de bauxita del Brasil al desarrollo de la industria de la región, se estará enfrentando en realidad la necesidad de replantear el problema sobre bases que pueden conducir a soluciones más ventajosas para la comunidad y que, desde luego, no tienen porque conciliar totalmente con situaciones de hecho imperantes.

/c) Tanto



c) Tanto el mercado brasileño, como el mexicano, tienen una dimensión que desborda las capacidades instaladas. El aumento de la oferta puede conseguirse ampliando las plantas existentes con lo que se logrará asimilar las ventajas de las economías de escala. Pero también cabe la posibilidad de desarrollar simultáneamente una complementación mediante la adopción de soluciones que coordinen mejor los factores de producción. Estas últimas soluciones, adecuadamente proyectadas en el tiempo, pueden ser capaces de neutralizar los efectos negativos provocados por la descentralización de la producción;

d) la utilización de estructuras técnicas hipotéticas en un estudio preliminar, es un recurso que puede conducir a un mayor y más completo análisis del problema industrial que se trata, abriendo caminos a estudios posteriores definitivos, que mostrarán las verdaderas ventajas y desventajas de las diversas soluciones posibles. Consecuentemente, por respaldarse los estudios preliminares en supuestos formulados como recurso para suplir la falta de eficiente información, no pueden aportar más que ideas burdamente orientadoras, que en ciertos aspectos podrán ser rectificadas.

En síntesis, las conclusiones del capítulo anterior pueden expresarse así

- i) varios países de América Latina pueden desarrollar la industria del aluminio sobre bases económicas que les permitirán alcanzar niveles de precios similares a los que rigen en los mercados internos de las naciones altamente industrializadas;
- ii) en principio, las reservas de minerales de bauxita existentes en el Brasil, pueden contribuir ventajosamente a la expansión de la producción de aluminio de la región; y
- iii) conviene analizar con detenimiento la manera de concentrar los recursos de la región con vistas a alcanzar, eventualmente, una complementación de la industria económicamente beneficiosa para todos y cada uno de los países de la región.

B. ANALISIS DE LAS DIVERSAS POSIBILIDADES DE INTEGRACION  
DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO

Varias posibilidades se presentan para desarrollar la integración de la industria del aluminio en América Latina; algunas de ellas se analizarán aisladamente y se confrontarán con el fin de proporcionar una idea preliminar sobre las ventajas económicas que pueden reportar y sobre los esfuerzos de inversión que demandarán.

No puede dejarse de considerar la efectiva y preponderante influencia que los factores de orden político tendrán en las soluciones. Serán, sin duda, de efectivo valor práctico las decisiones que cada país adopte independientemente con respecto al desarrollo de la producción local de aluminio. Ellas originarán una mayor o menor descentralización de los centros productores que dará lugar, a su vez, a modificaciones en los costos de producción y en las inversiones globales.

La comparación de los costos teóricos de producción y de los probables precios de venta alcanzables en las plantas hipotéticas consideradas en el capítulo IV, sugieren varias reflexiones. Si se prescinde por un momento de las limitaciones que imponen los mercados de cada país, es decir, si se atiende a las demandas globales de la región proyectadas para 1975, se concluirá que pueden instalarse varias plantas de capacidad superior a la media (60 000 toneladas), presumiblemente no menos de cuatro, cuya capacidad oscilaría alrededor de 100 000 toneladas. Dicho en otras palabras, el consumo regional parece suficiente para neutralizar, en medida variable, los efectos de las economías de escala sobre los costos de producción. En el caso particular del Brasil, las cifras de la demanda interna alcanzable en pocos años y las posibilidades que este país tiene de participar en la corriente de exportaciones regionales, indican que será perfectamente factible instalar una nueva planta de aluminio de gran capacidad, sin perjuicio de concretar las proyectadas ampliaciones de las plantas existentes. Eventualmente, y en el caso de que se verificaran los supuestos en que se basaron los cálculos, México podría también intervenir en la corriente de exportaciones regionales, abasteciendo la demanda de los países de América Central y del Norte de América del Sur.

/Prescindiendo del

Prescindiendo del Brasil y México, la demanda de los demás países de la región totalizará en 1975, alrededor de 169 000 toneladas de lingotes de aluminio primario, que pueden atenderse de diversas maneras. A continuación se considerarán algunas de las hipótesis de integración, tratando de poner en evidencia el panorama económico y financiero que las caracteriza.

Hipótesis I. Abastecimiento regional desde plantas instaladas en el Brasil y México.

Las proyecciones de la demanda indican que para el año 1975, el consumo de lingotes de aluminio primario será el siguiente:

Brasil:	203 800 toneladas
México:	80 000 id.
Demás países de la región:	159 000 id.

Si como hipótesis simplificativa se admite que las plantas existentes se amplían para satisfacer la demanda de los mercados internos y también, en alguna medida, de los regionales, y que se instala en proximidades de Poços de Caldas (Brasil) una planta integrada, una probable situación de la capacidad de producción alcanzable en el año 1975 podrá ser la siguiente:

Planta existente en Veracruz (México):	120 000 toneladas
Plantas pertenecientes a la Compañía Aluminio Minas Gerais y a la Compañía Brasileira de Aluminio (Brasil):	130 000 id.
Planta integrada de Poços de Caldas (Brasil)	200 000 id.

El cuadro 40 contiene los resultados de los cálculos de costos de producción del lingote de aluminio primario que probablemente se alcanzarían en la planta integrada hipotética localizada en Poços de Caldas. Nótese que en este caso, se ajustaron las cifras de extracción, lavado y secado del mineral y de producción de la alúmina, a los niveles exigidos para abastecer equilibradamente a la planta de reducción de la alúmina. En consecuencia, los costos resultantes son algo inferiores a los que se obtendrían si se mantuviera el criterio aplicado en los cálculos de los cuadros 28 y 38. (Véase el cuadro 40).

/Cuadro 40

Cuadro 40

COSTOS DE PRODUCCION DE 200 000 TONELADAS DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO,  
EN UNA PLANTA INTEGRADA INSTALADA EN POÇOS DE CALDAS

(Dólares corrientes)

Detalle	Capacidad anual: 1 200 000 toneladas			Costo
	Unidad	Consumo espe- cífico	Precio	
<b>A. Costo de extracción y transporte del mineral primario preseleccionado</b>				
Mano de obra directa	Horas-hombre	0.26	0.81	0.21
Mano de obra indirecta y sueldos	Dólares	-	-	0.30
Combustibles, repuestos, materiales de mantenimiento y explosivos	Dólares	-	-	0.21
Mantenimiento general y servicios varios	Dólares	-	-	0.02
Gastos generales	Dólares	-	-	0.03
<u>Costo directo total</u>	Dólares	-	-	<u>0.77</u>
Gastos de capital	Dólares	-	-	0.26
<u>Costo total de producción</u>	Dólares	-	-	<u>1.03</u>

**B. Costo de lavado y secado del mineral primario**

Detalle	Capacidad anual: 850 000 toneladas			Costo
	Unidad	Consumo espe- cífico	Precio	
Mineral primario preseleccionado	Toneladas	1.45	1.03	1.49
Mano de obra directa	Horas-hombre	0.16	0.77	0.12
Mano de obra indirecta y sueldos	Dólares	-	-	0.18
Combustibles (fuel oil)	Toneladas	0.023	30.29	0.70
Mantenimiento, repuestos, servicios varios y gastos generales	Dólares	-	-	0.30
<u>Costo directo total</u>	Dólares	-	-	<u>2.70</u>
Gastos de capital	Dólares	-	-	0.40
<u>Costo total de producción</u>	Dólares	-	-	<u>3.10</u>

**C. Costo de elaboración de la alúmina**

Detalle	Capacidad anual: 400 000 toneladas			Costo
	Unidad	Consumo espe- cífico	Precio	
Bauxita	Toneladas	2.1	3.10	6.51
Mano de obra directa	Horas-hombre	2.0	0.77	1.54
Mano de obra indirecta y sueldos	Dólares	-	-	0.76
Soda caústica	kg	80	0.09772	7.82
Energía eléctrica	kwh	150	0.004	0.60
Combustible para calcinación	Toneladas	0.130	0.03029	4.11
Vapor	Toneladas	2.3	3.46	7.96
Mantenimiento, repuestos y gastos generales	Dólares	-	-	2.70
<u>Costo directo total</u>	Dólares	-	-	<u>32.00</u>
Gastos de capital	Dólares	-	-	10.20
<u>Costo total de producción</u>	Dólares	-	-	<u>42.20</u>

**D. Costo de elaboración del lingote de aluminio primario**

Detalle	Capacidad anual: 200 000 toneladas			Costo
	Unidad	Consumo espe- cífico	Precio	
Alúmina	Toneladas	2.0	40.97	84.40
Coque de petróleo calcinado	Toneladas	0.360	59.02	21.25
Brea seca para pasta	Toneladas	0.180	72.47	13.04
Carbonato de sodio	kg	3.00	0.0546	0.16
Fluoruro de aluminio	Toneladas	0.035	341.27	11.94
Criolita sintética	Toneladas	0.025	221.27	5.53
Fluoruro de calcio	kg	5.0	0.05627	0.28
Fuel oil y material para cátodos	Dólares	-	-	2.07
Energía eléctrica	kwh	179.50	0.004	71.80
Mano de obra directa	Horas-hombre	14.3	0.79	11.30
Mano de obra indirecta y sueldos	Dólares	-	-	7.20
Materiales para reparaciones, mantenimiento y refractarios	Dólares	-	-	17.50
Gastos generales varios incluida asistencia técnica	Dólares	-	-	13.90
<u>Costo directo total</u>	Dólares	-	-	<u>260.37</u>
Gastos de capital	Dólares	-	-	45.00
<u>Costo total de producción</u>	Dólares	-	-	<u>305.37</u>
Gastos de administración y ventas	Dólares	-	-	23.50
Manipuleo y transporte ferroviario a puerto	Dólares	-	-	5.59
Gastos de puerto	Dólares	-	-	6.44
<u>Costo de ventas f.o.b. barco</u>	Dólares	-	-	<u>340.30</u>

Partiendo de la base de que la demanda del mercado regional, se abastece con los saldos que resultan de la producción de las plantas de Veracruz y Poços de Caldas luego de satisfacer la demanda de los respectivos mercados internos, se tendrá la siguiente situación aproximada:

Saldo exportable de la planta de Veracruz:	40 000 toneladas
Saldo exportable de la planta de Poços de Caldas:	126 000 toneladas

Tales saldos satisfarían holgadamente la demanda de la región estimada para 1975 en 159 000 toneladas.

Como patrón de comparación con los niveles de precios calculados para el lingote de aluminio exportado por las plantas de Veracruz y de Poços de Caldas, se adoptó el precio en puerto de destino del aluminio procedente de los Estados Unidos. Ese precio patrón se calculó partiendo de un precio medio de exportación f.o.b. puerto en Nueva Orleans, equivalente a 512 dólares por tonelada de aluminio. Como lo indica el cuadro 41, para determinar el precio en puerto de destino se adicionaron al precio f.o.b. los fletes y gastos consulares, obteniéndose así el costo c.i.f. Los gastos de apertura, confirmación y utilización del crédito documentario, franqueo, etc., se estimaron como porcentaje del costo c.i.f. (5.27 por ciento), cosa que también se hizo con los gastos de aduana, (1.5 por ciento) y seguro marítimo (0.78 por ciento). (Véase el cuadro 41).

Siguiendo análogo procedimiento y utilizando los mismos porcentajes se calcularon los precios en puerto de destino del lingote de aluminio primario que exportarían las plantas de Veracruz y Poços de Caldas. Con relación a estos últimos precios conviene efectuar ahora ciertos comentarios, algunos de los cuales fueron expresamente diferidos al calcular los probables precios de venta del lingote de aluminio, f.o.b. hipotéticas plantas productoras.

a) En el capítulo IV, se calculó el precio f.o.b. puerto de exportación adicionando a los costos totales de venta una utilidad del diez por ciento para el capital en acciones y una cantidad que representaba las cargas impositivas que gravan los precios de venta (impuestos indirectos) equivalente al 12 por ciento de dicho precio de venta.

Cuadro 41

ESTIMACION DEL PRECIO PATRON DE IMPORTACION DE UNA TONELADA DE ALUMINIO  
 EN PUERTO DE ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA

(Dólares corrientes)

País y lugar	Argentina Buenos Aires	Brasil Santos	Chile Valpa- raíso	Colombia Barran- quilla	Ecuador guaya- quil	México Verac- ruz	Perú Pisco	Venezuela Barce- lona	Uruguay Monte- video
Precio <u>f.o.b.</u>	512.00	512.00	512.00	512.00	512.00	512.00	512.00	512.00	512.00
Flete marítimo	12.00	10.99	14.99	4.20	7.88	13.02 a/	10.46	5.16	10.00
Gastos consulares (1.5 por ciento del precio <u>f.o.b.</u> )	7.68	7.68	7.68	7.68	7.68	7.68	7.68	7.68	7.68
<u>Costo c.i.f.</u>	<u>531.68</u>	<u>530.67</u>	<u>534.67</u>	<u>523.88</u>	<u>527.56</u>	<u>532.70</u>	<u>530.14</u>	<u>524.84</u>	<u>529.68</u>
Gastos apertura, confirmación y uti- lización del crédito documentario etc. (5.27 por ciento del costo <u>c.i.f.</u> )	28.02	27.97	28.18	27.61	27.80	28.07	27.94	27.66	27.91
Gastos de aduana, comisiones etc. (1.5 por ciento del costo <u>c.i.f.</u> )	7.98	7.96	8.02	7.86	7.91	7.99	7.95	7.87	7.95
Seguro marítimo (0.75 por ciento del costo <u>c.i.f.</u> )	3.99	3.98	4.01	3.93	3.96	4.00	3.98	3.94	3.97
<u>Precio patrón</u>	<u>571.67</u>	<u>570.58</u>	<u>574.88</u>	<u>569.28</u>	<u>567.23</u>	<u>572.76</u>	<u>570.01</u>	<u>564.31</u>	<u>569.51</u>

a/ Flete ferroviario.

El más importante de estos instrumentos fiscales, es el impuesto a las ventas, el cual no representa igual porcentaje de precio en todos los países, ni se refiere a idénticos factores componentes del costo. En algunos de estos países, se origina una doble imposición del impuesto a las ventas. Tal es el caso, por ejemplo, de materias primas y materiales insumidos en el proceso de fabricación, que son gravadas al realizarse la operación de compra-venta. Luego, se origina la doble imposición al aplicarse el impuesto sobre el precio del producto final, sin proceder a las deducciones correspondientes a las compras ya gravadas.

Como se recordará, el precio de la alúmina que la Argentina y Chile importarían del Brasil, no fue gravado con los impuestos locales del país exportador, ni los del importador. En cambio, el precio de venta del lingote de aluminio primario, fue incrementado con un porcentaje fijo del precio de venta, sin aplicarle deducciones de ninguna especie por compras ya gravadas. Análogo temperamento se aplicó para el Perú y Venezuela, que importarían alúmina de otras fuentes. Aquel porcentaje del 12 por ciento, se supuso compuesto de la siguiente manera:

- 10 por ciento del precio de venta por concepto de impuesto a las ventas, y
- 2 por ciento del precio de venta como carga debida a otros impuestos indirectos (sellos, aprendizaje, etc.), tasas y contribuciones.

Al no aplicar deducciones por compras gravadas, resulta claro que el precio de la alúmina importada absorbió también el porcentaje medio. Consecuentemente, esa materia prima aparece en los cálculos soportando los correspondientes impuestos indirectos aplicados por el país importador. En cambio, el precio de la alúmina exportada por el Brasil, no quedó sujeto a carga fiscal interna alguna. Esta exclusión fue deliberada, pues se aprecia, como se verá más adelante, que conviene aplicar tal franquicia a la exportación de dicha materia prima.

El porcentaje adoptado en los cálculos, parece suficientemente representativo. Algunas confrontaciones parciales realizadas, inclinan a apreciar que la cifra resultante superará el nivel medio de las cargas fiscales que se aplican en los principales países de la región.

/Podría haberse

Podría haberse realizado un análisis más detenido de este importante factor de costos, pero se prefirió dejarlo de lado, ya que se introducen constantes modificaciones en la aplicación de estos instrumentos en ciertos países de la región, con la finalidad de adecuar la política fiscal a las características cambiantes de la situación económica;

b) la utilidad del 10 por ciento fijada para el capital en acciones en los cálculos, debe ser entendida como utilidad bruta ya que, para obtener el beneficio neto, deberán deducirse los impuestos directos (sobre la renta, extraordinarios, sustitutivos, lucrativos, etc.), cuyo pago deben afrontar las empresas. La utilidad neta será, pues, bastante inferior al diez por ciento, ya que en algunos casos, los impuestos a la renta y los extraordinarios representan el 40 por ciento de la cifra que resulta de deducir a la utilidad bruta, los impuestos indirectos abonados y las reservas legales constituidas. Al reducirse de esta manera la utilidad del capital en acciones a niveles poco atractivos, se crea un factor de presión sobre los precios de venta, que tiende a elevarlos en cantidades significativas. No se ignoró, pues, esta situación, al establecer un coeficiente del 10 por ciento como utilidad bruta; simplemente se prefirió postergar para otra oportunidad el comentario sobre el particular;

c) el cuadro 42 muestra que el lingote de aluminio primario producido por el Brasil, podría llegar a los distintos países de América Latina a un precio inferior al patrón. Una situación distinta se presenta con respecto a las hipotéticas exportaciones desde Veracruz, ya que en este caso, y admitiendo que los costos de producción de una planta de 120 000 toneladas no diferirán sustancialmente de los correspondientes a la capacidad supuesta en el cuadro 38, los precios en puerto de destino de Colombia y Venezuela, serán algo superiores al elegido como patrón y notoriamente más altos que los alcanzados por el lingote procedente del Brasil.



Cuadro 42

CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS POR TONELADA DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO,  
 EN PUERTO DE DESTINO DE DIVERSOS PAISES LATINOAMERICANOS.

(Dólares corrientes)

Hipótesis I

País exportador País importador	Brasil (Pocos de Caldas)	México (Veracruz)	Estados Unidos (Precio patrón)
Argentina (Buenos Aires)	488.95	-	571.67
Colombia (Barranquilla)	500.02	571.60	562.69
Chile (Valparaíso)	496.27	-	574.88
Ecuador (Guayaquil)	504.20	-	567.23
Perú (Pisco)	500.49	-	570.01
Uruguay (Montevideo)	488.18	-	569.51
Venezuela (Barcelona)	497.25	573.68	564.31

/Nótese que

Nótese que el precio en puerto de destino del lingote procedente de Poços de Caldas, será inferior al patrón, aunque se elevara el coeficiente de utilidad bruta para el capital en acciones. Si a título de burda aproximación, se supone que la incidencia de los impuestos directos que gravan a la empresa (sobre la renta, extraordinarios, lucrativos, sustitutivos, etc.) representan el 25 por ciento de la utilidad bruta, es evidente que para mantener el interés de los accionistas, su beneficio mínimo debiera oscilar alrededor del diez por ciento. En tal caso, los precios de venta f.o.b. calculados para el Brasil, habrían de aumentar en alrededor de 16 dólares por tonelada de aluminio, tomando también en cuenta, la mayor incidencia cuantitativa de los impuestos indirectos. Por ser más elevado el nivel del precio f.o.b., aumentará en mayor proporción aún el del material en puerto de destino de manera que las cifras anotadas en el cuadro 41 para las exportaciones del Brasil, deberían elevarse en alrededor de 18 dólares por tonelada. En mayor proporción aún, aumentarán los precios de las exportaciones realizadas desde Veracruz, acentuándose así las diferencias desfavorables que muestra el cuadro 42.

Puede concluirse pues, que dentro de los límites precedentemente considerados, un aumento de los niveles de precios motivado por la mayor utilidad bruta del capital en acciones no afectará las conclusiones que puedan extraerse de las cifras consignadas en los cuadros 41 y 42.

Resta considerar las inversiones globales a que puede dar lugar esta hipótesis de integración. Para estimarlas, se tropieza con el inconveniente de la falta de suficientes antecedentes con relación a las plantas existentes. Pero como en realidad sólo interesa obtener cifras que permitan una confrontación con otras soluciones probables, los errores que puedan cometerse en las instalaciones con respecto a las plantas existentes, al reproducirse en mayor o menor medida en cada una de las posibilidades, no alterarán significativamente el nivel de las diferencias cuantitativas que aparezcan.

En el cuadro 43 se consignan las inversiones estimadas para cada planta existente e hipotética y la inversión global que correspondería a la posible solución considerada. Para simplificar los cálculos, se supuso que las dos plantas existentes en el Brasil se ampliaron integrando completamente el ciclo básico a partir de la explotación de los yacimientos de bauxita.

Cuadro 43

INVERSIONES CORRESPONDIENTES A DISTINTAS POSIBILIDADES DE COMPLEMENTACION REGIONAL PARA  
EL ABASTECIMIENTO DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO

(Dólares corrientes)

País y planta	Hipótesis I		Hipótesis II		Hipótesis III		Hipótesis IV	
	Capacidad instalada (toneladas)	Inversión global	Capacidad instalada (toneladas)	Inversión global	Capacidad instalada (toneladas)	Inversión global	Capacidad instalada (toneladas)	Inversión global
<u>México</u>								
Planta semi-integrada de Veracruz	120 000	99 420 000	80 000	77 590 000	80 000	77 590 000	80 000	77 590 000
<u>Brasil</u>								
a) Plantas integradas existentes:								
- Companhia de Alumínio del Brasil S.A.	65 000	89 076 000	35 000	56 353 500	50 000	73 370 000	50 000	73 370 000
- Companhia Brasileira de Alumínio	65 000	89 076 000	35 000	56 353 500	50 000	73 370 000	50 000	73 370 000
b) Plantas hipotéticas								
- Pocos de Caldas	200 000	188 670 000	200 000	188 670 000	150 000	160 136 000	150 000	160 136 000
<u>Venezuela</u>								
Planta de Macagua	-	-	100 000	87 233 000	45 000	50 319 000	45 000	50 319 000
<u>Argentina</u>								
Planta de Puerto Madryn	-	-	-	-	50 000	55 348 000	50 000	55 348 000
<u>Chile</u>								
Planta de Puerto Montt	-	-	-	-	12 500	18 500 000	25 000	33 200 000
<u>Perú</u>								
Planta de Pisco	-	-	-	-	12 500	18 500 000	-	-
<u>Total</u>	<u>450 000</u>	<u>466 242 000</u>	<u>450 000</u>	<u>466 200 000</u>	<u>450 000</u>	<u>527 133 000</u>	<u>450 000</u>	<u>523 333 000</u>

/Hipótesis II.

Hipótesis II. Abastecimiento regional desde plantas instaladas en el Brasil y Venezuela

Se supone en este caso que la planta instalada en Veracruz se amplía únicamente en la medida exigida por la demanda del mercado interno y que las exportaciones regionales se efectuarán desde plantas hipotéticas instaladas en Poços de Caldas (Brasil) y Guayanas (Venezuela). Atendiendo a las proyecciones de la demanda para el año 1975, la capacidad instalada de estas plantas, podría ser la siguiente:

Planta de Guayanas: 100 000 toneladas

Planta de Poços de Caldas: 200 000 toneladas

Luego de satisfechas las demandas de los propios mercados internos, los saldos exportables serían aproximadamente los siguientes:

Planta de Guayanas: 62 000 toneladas

Planta Poços de Caldas: 66 200 toneladas

Estos saldos satisfacerían la demanda regional no satisfecha, que puede estimarse aproximadamente en 120 500 toneladas.

En el cuadro 44 se calcularon los costos de producción del lingote de aluminio que pueden corresponder a una supuesta planta para reducción de alúmina, de 100 000 toneladas de capacidad anual, instalada en Guayanas. El procedimiento utilizado es análogo al que sirvió de base para los cálculos contenidos en el cuadro 38.

Los precios en puerto de destino de varios países latinoamericanos que alcanzaría el lingote de aluminio exportado por el Brasil y Venezuela, aparecen indicados en el cuadro 45.

La comparación de estos precios entre sí y con los contenidos en el cuadro 42, sugiere los siguientes comentarios:

a) tanto el lingote de aluminio primario exportado por el Brasil como por Venezuela, llegaría a puerto de destino, a un precio inferior al patrón. Tal situación, se mantendrá aunque aumentara la utilidad bruta de la empresa, hasta asegurar un 10 por ciento de beneficio a los accionistas. El menor precio en todos los casos, correspondería al lingote de aluminio que exportaría el Brasil, representando un porcentaje que supera al 5 por ciento del precio en puerto de destino de las exportaciones procedentes de Venezuela;

Cuadro 44

COSTOS DE PRODUCCION DEL LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO, EN UNA PLANTA HIPOTETICA DE REDUCCION  
 DE ALUMINA DE 100 000 TONELADAS, INSTALADA EN VENEZUELA

(Dólares corrientes)

Detalle	Unidad	Consumo especifico	Precio	Costo
Alúmina importada	Toneladas	2,00	64,94	129,88
Coque de petróleo calcinado	"	0,360	52,63	18,95
Brea para la pasta	"	0,180	66,28	11,93
Carbonato de sodio	kg	3,0	0,048	0,14
Criolita sintética	Toneladas	0,025	214,86	5,37
Fluoruro de aluminio	"	0,035	334,86	11,72
Fluoruro de calcio	kg	5,00	0,05	0,25
Combustible (fuel oil) y material para cátodos	Dólares	-	-	1,50
Energía eléctrica	kwh	18 000	0,0025	45,00
Mano de obra directa	Horas-hombre	13,6	0,97	13,20
Mano de obra indirecta y sueldos	Dólares	-	-	8,84
Materiales, reparaciones, revesti- mientos y refractarios	Dólares	-	-	17,50
Gastos generales varios, incluida asistencia técnica	"	-	-	14,98
<u>Costo directo total</u>	"	-	-	<u>279,16</u>
Gastos de capital	"	-	-	61,91
<u>Costo total de producción</u>	"	-	-	<u>341,07</u>
Gastos de administración y ventas a/	"	-	-	29,09
Manipuleo y transporte ferroviario a puerto	"	-	-	0,50
Gastos de puerto	"	-	-	6,44
<u>Costo de venta f.o.b. barco b/</u>	"	-	-	<u>377,10</u>
Utilidad empresarial (10 por ciento del capital en acciones)	"	-	-	47,66
<u>Precio de venta f.o.b. barco</u>	"	-	-	<u>424,76</u>

a/ Incluye gastos financieros de explotación.

b/ Excluye impuestos.

## Cuadro 45

CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS POR TONELADA DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO,  
EN PUERTO DE DESTINO DE DIVERSOS PAISES LATINOAMERICANOS

(Dólares corrientes)

Hipótesis II

País exportador País importador	Brasil (Pocos de Caldas)	Venezuela (Guayana)	Estados Unidos (Precio patrón)
Argentina (Buenos Aires)	488.35	-	571.67
Colombia (Barranquilla)	500.02	594.92	562.23
Chile (Valparaíso)	496.27	-	574.88
Ecuador (Guayaquil)	504.20	596.17	567.23
Perú (Pisco)	500.43	598.94	570.01
Uruguay (Montevideo)	488.18	-	569.51

/b) por

b) por las mejores condiciones técnico-económicas imperantes en Venezuela, los precios de sus exportaciones podrían alcanzar niveles inferiores a los estimados para la planta de Veracruz (México). El menor costo de la energía eléctrica y de la alúmina y los más bajos fletes hasta puerto de destino, son los factores que originarían las ventajas económicas mencionadas, que no habrán de modificarse significativamente en el caso de optar por un ajuste de los costos de producción del aluminio en la planta de Veracruz, para atender a la diferencia entre la capacidad de 100 000 toneladas considerada en el cuadro 38 y fijada al analizar la hipótesis I.

En el cuadro 43 se indican las inversiones estimadas para cada localización y para el conjunto regional. Con respecto a las plantas existentes en el Brasil se consideró que se ampliaban integrándose verticalmente desde la explotación de los yacimientos de bauxita, hasta alcanzar cada una, una capacidad instalada de 35 000 toneladas.

La confrontación de los totales correspondientes a las posibles soluciones I y II, arroja, contrariamente a lo que cabría suponer, una diferencia muy pequeña a favor de la segunda. La explicación de este aparente contrasentido, puede darse diciendo que como las plantas existentes en el Brasil se supusieron integradas con la explotación de los yacimientos y la obtención de la alúmina, al reducirse la capacidad de cada una en 58 por ciento aproximadamente, disminuyen las inversiones correspondientes a estas etapas del ciclo en una medida suficiente para neutralizar el impacto económico desfavorable originado por la mayor descentralización de la producción (economías de escala).

Al confrontar los volúmenes que totalizan las exportaciones regionales de lingote de aluminio, se comprobará que estos volúmenes disminuyen a medida que aumenta la descentralización de la producción. La corriente de exportaciones regionales alcanzaría a 120 000 toneladas aproximadamente en la posibilidad II, mientras que en la I totalizaba 159 000 toneladas.

/Hipótesis III.

Hipótesis III. Varios países de América Latina desarrollan simultáneamente la metalurgia del aluminio

Se supone en este caso, que se encara la metalurgia del aluminio en todos los países seleccionados en el capítulo IV. Quedan caracterizados de esta manera, tres centros ubicados geográficamente en forma que hace posible reducir los transportes del aluminio exportado. Se define así también, tres zonas, a saber:

<u>Zona del Pacífico:</u>	integrada por Chile, Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia.
<u>Zona del Atlántico:</u>	Comprende Argentina, Paraguay, Uruguay, Brasil, Guayana y Venezuela.
<u>Zona Central:</u>	Incluye a México y el resto de los países de América Central.

Los centros productores se ubicarían en el Brasil, la Argentina, Chile, el Perú, México y Venezuela. Recurriendo a los costos teóricos y probables precios de venta del lingote de aluminio primario calculados para las plantas hipotéticas consideradas en el capítulo IV, es posible determinar la zona de influencia de cada centro, entendiéndose por tal, aquella zona dentro de la cual el precio del lingote producido por cada planta alcanzaría, en los lugares de destino, cifras comparables a las que corresponderían al importado desde los países clásicamente exportadores.

Siguiendo análogo procedimiento al utilizado en las probables soluciones anteriores, se calcularon los precios en puerto de destino del lingote de aluminio producido en algunos de aquellos centros productores, los que aparecen en el cuadro 46.

La observación de las cifras, sugiere los siguientes comentarios:

a) si las plantas hipotéticas se instalaran efectivamente, la corriente de exportaciones regionales de aluminio no tendría gran significación. En efecto, las cifras del cuadro 10 conducen a estimar que para el año 1975, un total de 41 100 toneladas representará a dicha corriente siempre, claro está, que la demanda de cada país productor fuera satisfecha por la oferta de las plantas locales. Tal volumen de exportaciones equivaldría aproximadamente al 9.2 por ciento de la producción de aluminio de la región;



Cuadro 46

CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS POR TONELADA DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO,  
 EN PUERTO DE DESTINO DE DIVERSOS PAISES LATINOAMERICANOS

(Dólares corrientes)

Hipótesis III

<u>País exportador</u> <u>País importador</u>	<u>Precio de la</u> <u>producción</u> <u>local <sup>a/</sup></u>	<u>Argentina</u>	<u>Brasil</u>	<u>Venezuela</u>	<u>Chile</u>	<u>México</u>	<u>Estados Unidos</u> <u>(Precio patrón)</u>
Argentina	475.46	-	507.25	-	-	-	571.67
Brasil	356.00	-	-	-	-	-	570.58
Colombia	-	-	513.98	550.31	579.60 <sup>b/</sup>	571.60 <sup>c/</sup>	562.63
Chile	450.61	594.45	511.17	-	-	-	574.88
Ecuador	-	-	518.49	355.87	577.85	-	567.23
México	458.95	-	-	-	-	-	572.76
Perú	565.24	-	515.33	559.14	574.58	-	570.01
Uruguay	-	590.04	501.45	-	-	-	569.61
Venezuela	442.09	-	511.92	-	-	573.63	564.31

a/ Precio de la producción local libre de impuestos indirectos que también aplica el país receptor para los productos que importa, correspondientes a las siguientes capacidades de plantas:

Argentina	50 000 toneladas
Brasil	150 000 "
Chile	50 000 "
México	100 000 "
Perú	12 500 "
Venezuela	50 000 "

b/ Puerto de Buenaventura.

c/ Puerto de Barranquilla.

/b) el lingote

b) el lingote de aluminio primario producido en el Brasil, podría llegar a Chile y al Perú a un precio inferior al que se obtendría en una planta local cuya capacidad, (12 500 toneladas), estuviera en consonancia con las demandas del mercado interno. No ocurrirá lo mismo en el caso de la Argentina, México y Venezuela (plantas de 50 000 toneladas). Esta situación evidencia las ventajas económicas que para la Argentina y Venezuela y para la región, se derivarían si instalaran sus propias plantas. Tal como lo muestra el cuadro 46, lo mismo sucederá si la capacidad de la planta hipotética instalada en Chile se elevara a 50 000 toneladas anuales;

c) la Argentina no podrá intervenir en el mercado exportador, en condiciones de competencia, porque los precios de sus productos en el país más próximo, que es el Uruguay, superarían en más de 20 dólares por tonelada a los fijados como patrón de comparación;

d) Venezuela podría intervenir en la corriente exportadora regional. Los precios en puerto de destino de sus exportaciones, alcanzarían un nivel algo inferior al del lingote de aluminio exportado por los Estados Unidos. Si se intenta asegurar al capital en acciones, un beneficio mínimo que oscile alrededor del diez por ciento, aquellos precios debieran elevarse en algo más de 20 dólares por tonelada, con lo que se colocarían a un nivel que superaría en alrededor del 2 por ciento al precio patrón;

e) si la planta hipotética ubicada en Puerto Montt (Chile) fuera de 50 000 toneladas, podría exportar aluminio a Colombia, el Perú y Ecuador (puerto de Buenaventura), en las siguientes condiciones:

- i) los precios en puerto de Pisco superarían en 9.34 dólares por tonelada a los que obtendría el Perú en una planta hipotética de 12 500 toneladas anuales instalada en dicho lugar, y en 4.57 dólares a los precios patrones. Los precios del Ecuador (Guayaquil), excederían en 10.62 dólares al mismo patrón;
- ii) si el precio patrón se calcula para el aluminio colocado en puerto de Buenaventura (fue calculado sobre Barranquillas como lo indica el cuadro 41) resultaría de 566.80 dólares. En consecuencia, el precio en puerto de destino del lingote de aluminio exportado por Chile (planta de 50 000 toneladas) superaría al patrón en aproximadamente 12.80 dólares por tonelada.

El cuadro 43 muestra las inversiones por país y globales que exigiría esta probable solución. Puede observarse que la inversión global superará en alrededor de 61 millones de dólares a las anteriores representando un aumento de aproximadamente 13 por ciento. Se hacen bien visibles en este caso las influencias sobre las inversiones de la descentralización de la producción y las economías de escala.

Si se confrontan los precios del lingote de aluminio primario en puerto de destino estimados para esta posible solución con los correspondientes a las hipótesis I y II podrá concluirse:

- i) debido a la influencia de las economías de escala, el precio del lingote de aluminio en puerto de destino, aumenta en alrededor del 3 por ciento. Una situación análoga se presenta con las hipotéticas exportaciones desde Venezuela; y
- ii) si todos los países que pueden alcanzar con sus exportaciones un precio en puerto de destino, poco diferente del patrón de comparación, participaran en el intercambio regional, se elevaría el precio medio que correspondió a las hipótesis I y II.

Hipótesis IV. Argentina, Brasil, Chile, México y Venezuela, desarrollan simultáneamente la metalurgia del aluminio

Esta hipótesis difiere de la anterior, en que no considera la instalación de una planta hipotética reductora de la alúmina en Pisco (Perú).

En el supuesto de que Chile y Venezuela intervinieran en la corriente de exportaciones del lingote de aluminio primario, atendiendo totalmente la demanda del Perú y Colombia, se tendría la siguiente situación para 1975:

	<u>Toneladas</u>
Saldo exportable de la planta hipotética de Puerto Montt (50 000 toneladas de capacidad):	36 600
Saldos exportables de la planta hipotética de Venezuela	<u>12 000</u>
Total	<u>48 600</u>
Demandas del Perú:	12 400
Demanda de Colombia:	<u>31 000</u>
Total	<u>43 400</u>

/Como puede

Como puede observarse, existiría un equilibrio entre la oferta y la demanda.

El cuadro 47 muestra que el precio del lingote de aluminio primario más bajo en el puerto de Pisco (Perú), correspondería a las exportaciones realizadas por el Brasil, siguiéndole luego las de Venezuela, siempre a un nivel inferior al que alcanzara el de la producción local si se erigiera la proyectada planta con capacidad suficiente para satisfacer la demanda del mercado interno. (Véase el cuadro 47).

Las cifras contenidas en el cuadro 43 indican que en esta probable solución y debido a la supresión de la planta hipotética localizada en Pisco, las inversiones globales se reducen en aproximadamente 3.8 millones con respecto a la hipótesis III. Una mayor centralización de la producción se traduce en un aumento de la capacidad media instalada, reduciéndose consecuentemente la inversión media por tonelada de lingote de aluminio primario.

El panorama que presentará la demanda para el año 1985, si se mantienen las mismas tasas de crecimiento consideradas en el cuadro 10, sería el siguiente:

	<u>Toneladas</u>
Demanda de Venezuela	74 453
Demanda del Perú	35 849
id. de Colombia	79 945
id. de Chile	<u>39 000</u>
Total	<u>230 337 toneladas</u>

En la hipótesis de que tanto Venezuela como Chile intervinieran activamente en la corriente exportadora, satisfaciendo preferentemente la demanda del Perú, Colombia y Ecuador, se verían forzados a aumentar la producción de sus propias plantas en medida significativa. Si tal aumento conduce a una capacidad instalada de 100 000 toneladas en cada uno de dichos países, manteniéndose la de Poços de Caldas (Brasil) en 150 000 toneladas, se modificarían los niveles de precios que indica el cuadro 47, es decir:

Cuadro 47

CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS POR TONELADA DE LINGOTE DE ALUMINIO PRIMARIO  
 EN PUERTO DE DESTINO DE ALGUNOS PAISES LATINOAMERICANOS, 1985

(Dólares corrientes)

Hipótesis IV

País exportador País importador	Producción local a/	Brasil b/	Venezuela c/	Chile d/	Estados Unidos (Precio patrón)
Colombia d/	-	513.98	534.92	557.13	562.63
Perú	-	515.33	538.94	553.15	570.01
Ecuador	-	518.49	536.17	555.40	567.23
Chile	433.73	511.17	-	-	-

a/ Precios estimados sin impuestos.

b/ La capacidad de la planta hipotética en Pogos de Caldas, se mantiene en 150 000 toneladas.

c/ La capacidad de las plantas hipotéticas para Chile y Venezuela corresponde a una producción de 100 000 toneladas respectivamente.

d/ Precio en puerto de Buenaventura.

/a) los niveles

a) los niveles de precios de la producción local de Chile serían inferiores a los que alcanzaría el lingote de aluminio importado desde el Brasil o Venezuela;

b) el precio en Colombia (puerto de Barranquillas) para el lingote de aluminio importado desde Venezuela, superaría al importado desde Brasil en 20.94 dólares aproximadamente. Ambos tendrían niveles inferiores a los del patrón. Aunque se operara un reajuste de las utilidades brutas para asegurar un beneficio no inferior al 10 por ciento a los accionistas;

c) el precio en puerto de Buenaventura para el lingote importado desde Chile, superaría al importado desde Venezuela, en 22.21 dólares aproximadamente.

Si las confrontaciones precedentes, se hubieran realizado suponiendo que tanto Chile como Venezuela instalan plantas de 150 000 toneladas de capacidad anual, es decir, iguales a la de la planta hipotética de Poços de Caldas, se había concluido que el lingote procedente de Venezuela, podría colocarse en puerto de Barranquillas a un precio inferior al lingote procedente del Brasil. Análogamente, el precio del lingote importado desde Chile, puesto en puerto de Buenaventura, mostraría aproximadamente las siguientes diferencias con el de igual producto importado desde el Brasil y Venezuela:

	<u>Dólares</u>
Tonelada de aluminio importado desde Chile	541.00
Tonelada de aluminio importado desde Venezuela	515.92
Tonelada de aluminio importado desde el Brasil	518.15

#### C. CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LAS PERSPECTIVAS DE INTEGRACION REGIONAL DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO

Los análisis comparativos realizados sobre diversas hipótesis de desarrollo de la industria del aluminio primario en América Latina, indican que la misma puede respaldarse en condiciones técnico-económicas muy satisfactorias. Si la concentración de los recursos de todo orden se efectuara en los lugares donde pueden obtenerse los más bajos niveles de precio, el panorama hasta el año 1975, sería el siguiente:

1. La producción de aluminio del Brasil, desarrollada en plantas integradas verticalmente desde la explotación de los yacimientos de bauxita, puede alcanzar los más bajos niveles de costos y de precios de toda la región. Sin embargo, el lingote de aluminio primario producido en dicho país, no podría ser colocado en la Argentina, Chile, México y Venezuela a precios inferiores al que alcanzaría la industria local en plantas de capacidad de más de 25 000 toneladas anuales. Esta situación demostraría que, en principio, estos países cuentan con posibilidades de desarrollar la metalurgia del aluminio en condiciones económicas ventajosas. En todos los casos, el precio del aluminio de producción local, puede ser inferior al igual producto importado desde las fuentes tradicionales exportadoras.

2. La situación del Perú se presenta distinta, debido fundamentalmente al precio comparativamente más elevado de la energía eléctrica y a la reducida demanda del mercado interno. Sin embargo, el precio probable del lingote de producción local, mostrará pocas diferencias con el importado desde los centros tradicionalmente exportadores o desde plantas hipotéticas de 50 000 toneladas instaladas en Venezuela y Chile.

3. Los demás países de la región no presentan condiciones locales favorables para desarrollar la metalurgia del aluminio.

4. La alúmina producida en una planta integrada del Brasil, puede ser exportada a precios de competencia internacional con la finalidad de satisfacer especialmente la demanda de la Argentina y de Chile.

Una complementación de este tipo beneficiaría la economía de los tres países, por los siguientes motivos:

- a) al elevarse la producción de alúmina a cifras que pueden superar las 50 000 toneladas anuales, es probable que los niveles de precios sean inferiores a los indicados en el cuadro 29, máxime si se aplica una política fiscal coordinada, a la que se hará referencia más adelante;
- b) los países de América Latina que desarrollen la metalurgia del aluminio, contarían con garantías de un abastecimiento regular y continuado de alúmina, a precios que podrán guardar una adecuada relación con los costos marginales de producción, quedando así más resguardados de la presión de factores externos incontrolables;
- c) la eliminación de las importaciones extra-regionales de alúmina contribuirá a aumentar el poder de compra de la región y constituirá un aliciente más para incrementar y diversificar el comercio regional.

5. Ni el Perú ni la Argentina podrían, en principio, intervenir en condiciones ventajosas en la corriente de exportaciones regionales del aluminio primario. Una situación distinta se presenta para el Brasil, Venezuela y México, y, eventualmente, para Chile.

6. Es indudable la necesidad de adoptar soluciones que tiendan a neutralizar cuanto antes los efectos de las economías de escala.

7. Las cifras que indican los precios en puerto de destino del aluminio producido en la región, permiten apreciar los efectos favorables derivados del aumento de la capacidad de producción de algunas plantas.

Los comentarios precedentes sólo intentaron evidenciar varias soluciones posibles y sus probables efectos. Un enfoque del problema en un plano más general y completo del comercio regional, podrá conducir a definir las soluciones más convenientes. Dado el carácter preliminar de este trabajo, no parece aconsejable avanzar más entre el particular. Lo cierto es que los resultados obtenidos, partiendo de supuestos que deberán ser ratificados o rectificadas mediante el análisis de una información más abundante, son indicativos de la factibilidad económica que asiste al desarrollo de la metalurgia del aluminio y de las ventajas que pueden derivarse de una integración regional de la misma.

#### D. DISCUSION PRELIMINAR SOBRE LOS MEDIOS INSTITUCIONALES QUE DEBERAN EMPLEARSE PARA ESTABLECER UNA INDUSTRIA REGIONALMENTE INTEGRADA

La estructuración de un marco adecuado dentro de la región mediante los correspondientes acuerdos entre los países que la integran, habrá de repercutir favorablemente en el desarrollo de la industria del aluminio primario. Dicha estructuración parece en principio, que no podría basarse exclusivamente en el análisis del panorama que presenta la industria del aluminio y sus tendencias. Es improbable, desde luego, que la casualidad estadística, haga que las condiciones generales se presenten de manera que el crecimiento del intercambio regional de aluminio tienda a establecer un equilibrio en los pagos entre cada país y los demás y a equilibrar los créditos y deudas de cada país con los que restan.

/Es natural



Es natural suponer que la incorporación de los recursos del Brasil al desarrollo industrial de otros países y la corriente de intercambio regional del lingote de aluminio, supondrá una modificación de las condiciones imperantes. Sólo podría tenderse al equilibrio si los países que determinan la corriente de importaciones pudieran acrecentar simultáneamente, en la medida necesaria, las exportaciones hacia los que los abastecen con aluminio primario. Si se tratara de alcanzar tal equilibrio creando restricciones al comercio, con toda seguridad se perderían muchos de los beneficios que podría deparar la incorporación de la industria al comercio regional. Pretender frenar los efectos de las alteraciones en las condiciones de la oferta y la demanda, recurriendo a acuerdos bilaterales, significará crear verdaderas trabas al mejor aprovechamiento de los recursos de la región y, consecuentemente, a la evolución económica de la misma.

Parece posible y conveniente desarrollar la industria y el comercio del aluminio de la región, sin pretender conferirle un carácter autárquico y sin lesionar las probables ventajas del comercio multilateral. Para ello, deberá enfocarse el problema, con la visión de un mercado que se extiende más allá de las fronteras políticas de cada país, aprovechando las ventajas de la proximidad geográfica y concentrando adecuadamente los recursos.

Definidas las posibilidades de desarrollo de la industria, recurriendo al único medio de valoración posible, cual es el de precios y costos y establecidas las posibilidades del intercambio a niveles de precios de competencia internacional, no existe razón alguna para recurrir a acuerdos internacionales de compra-venta, que exigirán la implantación de contingentes y aranceles. Los niveles de costos teórico del lingote de aluminio primario que pueden alcanzarse en las plantas hipotéticas supuestas, no son iguales, pero en gran medida, las diferencias que existirán entre los precios en puerto de destino según sea la ubicación geográfica de los países importadores, estarán fundamentalmente influidos por las economías de escala. De cualquier manera estas diferencias no representan cuantitativamente, valores que no puedan ser anulados mediante instrumentos cuya aplicación es resorte exclusivo de los países productores.

/No se

No se trata pues, en este caso, de acordar un intercambio sobre la base de una parcelación del mercado que asegure un acceso proporcional a productores de costos ínfimos y a productores de costos máximos. No será conveniente de ninguna manera, establecer aranceles que beneficien a uno o más países productores de la región, ya que si así se hiciera, no se posibilitaría la concentración óptima de los recursos. La política para fomentar el desarrollo y la integración de la industria, no necesita basarse en acuerdos entre industriales ni entre gobiernos, que tiendan a encauzar la aplicación de los recursos también hacia centros productores menos económicos, sino solamente arbitrar medios para facilitar una expansión de algunas plantas industriales de manera que queden neutralizados cuanto antes, los efectos económicos derivados de la estrechez de los mercados nacionales, es decir, de las economías de escala. Tal será el caso de Chile y, en menor medida, de Venezuela. No se trata pues, de localizadas industrias en países en los cuales los factores de producción son menos eficientes que los del exterior.

Los comentarios precedentes revisten particular importancia ya que implícitamente definen algunos criterios rectores que podrían respaldar la política de fomento y en consecuencia, la selección de los medios institucionales que deberán aplicarse. Tales criterios rectores son los siguientes:

1. Dedicar los recursos de la región al desarrollo de los centros industriales en los cuales se dispone de mayores ventajas comparativas, tratando de aprovechar en la mayor medida posible, las ventajas derivadas de la extensión del mercado.
2. Limitar al mínimo el criterio de autarquía y la tendencia a la autosuficiencia de cada uno de los países de la región, respetando la división internacional del trabajo.
3. La extensión del mercado debe ser aprovechada para anular ciertas situaciones transitorias que distorsionan los precios de algunos factores de producción. Tal es el caso de las economías de escala.
4. Enfocada en el marco regional, la industria del aluminio no tiene por qué desarrollarse con un concepto de autosuficiencia. Consecuentemente, no resulta necesario establecer medidas proteccionistas, restricciones arancelarias, cuantitativas o discriminatorias de cualquier orden

/para las

para las materias primas y para el aluminio producido en países extra-regionales. Será necesario, en cambio, acordar bases de acción común, para neutralizar maniobras de dumping de cualquier origen sobre la industria y los efectos derivados de la aplicación de sistemas discriminatorios por parte de terceros, en perjuicio de la región.

5. Es necesario adoptar algunas medidas que favorezcan la concentración de los recursos en los lugares de máxima productividad y que posibiliten el aprovechamiento de las ventajas derivadas de esta concentración. Tales medidas, no deberán basarse en el establecimiento de aranceles y contingentes.

Utilizando tales criterios rectores, puede intentarse un primer enfoque sobre los medios institucionales que podrían ponerse en juego con la finalidad de fomentar el desarrollo y la integración de la industria en la región:

- a) La alúmina es una materia prima clave para el desarrollo de la metalurgia del aluminio. Los cálculos preliminares, indican que puede ser producida en el Brasil y exportada a otro país de la región, a precios de competencia internacional. Los probables precios de venta f.o.b., puerto de Santos, estimados no incluyeron impuestos de exportación y otros locales del país de origen. Si el Brasil exporta alúmina, la capacidad de la planta productora será notoriamente superior a la máxima utilizada como base de cálculo (250 000 toneladas). Consecuentemente, los niveles de precios de venta podrán ser también inferiores a los que resultaron de aquellos cálculos. En tal caso, existiría un mayor margen para absorber impuestos indirectos. El sector externo de la economía del Brasil y de los países importadores potenciales, se beneficiará si los precios de la alúmina se ubicaran a un nivel igual o ligeramente inferior al internacional. Todo parece indicar, pues, la conveniencia de que el Brasil aplique ciertas franquicias impositivas a la alúmina por exportar.

Si análogo temperamento emplearan algunos países potencialmente productores de aluminio como Chile, por ejemplo, eximiendo parcialmente de cargas fiscales a las materias primas, se podrían atenuar en medida variable los efectos negativos de las economías de escala o de otros factores locales de gravitación transitoria.

- b) Los precios de la energía eléctrica utilizados como base para los cálculos de costos de reducción de la alúmina, tienen escasa diferencia, con los probables costos de venta del kWh. A todas luces, será necesario que cada uno de los países productores de aluminio, establezca precios diferenciales para la energía eléctrica consumida con tal fin. La aplicación de tal política de precios, en modo alguno entraña una novedad y por ser resorte exclusivo de cada país, no tiene por qué ser motivo de acuerdos especiales.

/c) Algunos

- c) Algunos de los países potencialmente exportadores de aluminio primario, deberían aplicar instrumentos especiales para tratar de contener los precios de exportación a un nivel de competencia. La escasa diferencia existente con los probables niveles alcanzables por otros países exportadores, puede ser neutralizada mediante una regulación de los impuestos indirectos globales. El estudio preliminar, supuso que los precios f.o.b. de exportación en los países productores de aluminio serían, en general, inferiores a los internacionales. Si aplicando un criterio distinto, se elevaran aquéllos hasta alcanzar un mismo nivel en todos los casos, Chile y Venezuela podrían aprovechar las ventajas de su ubicación geográfica y no necesitarían presumiblemente aplicar una política fiscal diferencial para las exportaciones de aluminio primario.
- d) Los objetivos establecidos para este trabajo, no incluyeron los precios de transformación del lingote de aluminio primario (laminación, estiramiento por presión y por impacto, forja, trefilación estampado, etc.). Indudablemente, el desigual tamaño de los mercados, influirá en los costos de los procesos de transformación en que el elevado precio de los equipos, constituye un factor económico de notoria incidencia. La tendencia a utilizar trenes de laminación y equipos de fundición continuos y de procesos de forja directa de planos y no planos utilizando unidades de gran peso a alta velocidad, despierta agudo interés y se intensifica día a día. El empleo de tales equipos está, desde luego, trabado por la estrechez de los mercados. La integración regional de la industria del aluminio, puede presentar, evidentemente, un panorama distinto, si se la analiza a esta altura del ciclo industrial, utilizando un método de valoración. Por ello es que las conclusiones que resultan del análisis exclusivo de las etapas que culminan con la elaboración del lingote de aluminio primario, no pueden tener carácter definitivo y están, como es lógico, condicionadas a las que se llegaría, realizando un enfoque más amplio y completo del problema. La insuficiente información estadística sobre la producción y demanda de productos laminados, forjados o fundidos, impidió avanzar en forma más completa en esta oportunidad, lo que se hará en un trabajo posterior.

En concordancia con los criterios rectores encuadrados y con el panorama que presentan los análisis técnico-económicos preliminares, los medios internacionales que se utilizarán para fomentar el desarrollo y la integración de la industria del aluminio en la región, serían los siguientes:

/i) eliminar

- i) eliminar gradualmente las medidas proteccionistas, restricciones arancelarias, cuantitativas o discriminatorias de cualquier orden, para la bauxita, alúmina y el lingote de aluminio primario. Como la mayoría de los países de la región, no encaró todavía la metalurgia básica del aluminio, sólo el Brasil y México pueden necesitar un cierto plazo, para la eliminación total de aquellos instrumentos de protección.  
Oportunamente será indispensable estudiar con detenimiento los niveles de precios alcanzables por la industria de transformación del lingote de aluminio, para determinar los plazos necesarios para que la misma política pueda aplicarse a ella y para establecer en qué medida estos productos podrán incorporarse a la corriente de exportaciones intra-regionales a precios de competencia internacional. Tal estudio permitirá, paralelamente, sentar las bases de la política que deberá desarrollarse para concretar una complementación que permita aprovechar al máximo los beneficios económicos de la tecnología moderna especializada;
- ii) analizar exhaustivamente los instrumentos fiscales aplicados y las modificaciones que se introducirán en la política, para que las empresas productoras estén sometidas a un régimen igualitario que no anule, con cargas anormalmente elevadas, la posibilidad de alcanzar precios de competencia internacional y la creación de intercambio entre los países. Tal corriente de intercambio deberá iniciarse y crecer, como consecuencia de la concentración de los recursos, en los lugares de máxima productividad. El análisis precedente, permitirá definir y convenir los criterios que deberán aplicarse para la fijación de impuestos y gravámenes de cualquier naturaleza, evitando duplicaciones indebidas o anormales, a las materias primas, materiales y productos semielaborados y finales que se insumen o fabrican en la metalurgia del aluminio;
- iii) coordinar y convenir medidas para reducir y nivelar los costos portuarios y para lograr el máximo aprovechamiento de las flotas propias de transporte. Convendrá acordar los niveles y escalas de tarifas que se aplicarán en estos servicios para las materias primas y productos de la industria;
- /iv) coordinar

- iv) coordinar y acordar bases detalladas y completas sobre los precios de exportación inter-regionales, de manera que queden neutralizados en medida aceptable los efectos perturbadores de los tipos de cambio que no guardan paridad con el verdadero poder adquisitivo de las monedas;
- v) establecer y convenir bases de acción común para neutralizar eventuales maniobras de dumping de cualquier origen sobre las materias primas y los productos de aluminio.
- vi) coordinar y convenir la política de créditos que se aplicará a la industria y a la financiación de las exportaciones, importaciones y los transportes intra-regionales de materias primas y del lingote de aluminio primario;
- vii) coordinar las bases para sumar esfuerzos en la realización de estudios sobre los recursos naturales y las materias primas y materiales que interesan a la industria del aluminio y para el planeamiento y ejecución de nuevos desarrollos;
- viii) coordinar la acción que deberá desarrollarse para activar la investigación tecnológica y comercial de los mercados y convenir la implantación de sistemas de comercialización completos;
- ix) coordinar la aplicación de medidas para elevar el nivel técnico y el entrenamiento de la fuerza de trabajo en todos los niveles;
- x) coordinar con visión de conjunto, las gestiones que deberán realizarse, para obtener la colaboración externa, sin la cual no será posible neutralizar ciertas trabas que entorpecen el desarrollo de la industria. En especial, deben interesar los relacionados con la concreción de bases de ayuda, por parte de los gobiernos de países desarrollados y de los organismos internacionales competentes, que aseguren una corriente de créditos a largo y mediano plazo, que permita realizar el esfuerzo de inversión exigido por los proyectos de centrales hidroelécticas y el crecimiento de la industria del aluminio y la obtención de asistencia técnica de las empresas internacionales productoras de aluminio.



