
desarrollo productivo

Estrategia de desarrollo de *clusters* basados en recursos naturales: el caso de la bauxita en el norte de Brasil

Jorge Chami Batista



NACIONES UNIDAS



Red de Reestructuración y Competitividad
División de Desarrollo Productivo y Empresarial

Santiago de Chile, julio 2001

Este documento fue preparado por el señor Jorge Chami Batista (e-mail: jchami@uol.com.br) profesor del Instituto de Economía de la Universidad Federal de Río de Janeiro, Ph. D. en Economía de la Universidad de Cambridge. El autor agradece a Daniel Alfradique Leite por su colaboración en la recolección de los datos. Traducción hecha por M. Helena Charalamby, de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL, del documento "Estratégia de Desenvolvimento de Clusters baseados em Recursos Naturais: o caso da bauxita no Norte do Brasil".

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas

LC/L.1570-P

ISSN: 1020-5179

ISBN: 92-1-321874-5

Copyright © Naciones Unidas, julio de 2001. Todos los derechos reservados

N° de venta: S.00.II.G.113

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Índice

Resumen	5
I. El rol de los recursos naturales en el desarrollo económico	7
1. Introducción	7
II. Objetivos del trabajo	11
1. Objetivo general.....	11
2. Objetivo específico	11
III. Metodología y el concepto de <i>clusters</i>	13
IV. La cadena de aluminio: tecnología de reproducción en el Mundo y en Brasil	15
1. La extracción de la bauxita	16
2. Producción de alúmina.....	17
3. La producción de aluminio primario.....	18
4. La transformación del aluminio	19
V. Patrón mundial y brasileño, consumo y comercio de la cadena del aluminio	23
1. El mercado de la bauxita.....	24
2. El mercado de alúmina.....	25
3. El mercado de aluminio primario.....	27
4. Los mercados de transformación y productos manufacturados de aluminio	29
5. El mercado de maquinaria para la minería: otros hilos de la cadena.....	35

VI. Las empresas de la cadena de aluminio	37
1. Concentración y verticalización en el mercado internacional de aluminio.....	37
2. Verticalización de las empresas de aluminio	39
3. Las empresas de la cadena de aluminio de Compañía Vale do Río Doce en el Estado de Pará	41
VII. Complejo de Barcarena-Distrito de Villa del Conde	47
VIII. Conclusiones	61
Bibliografía	65

Índice de cuadros

Cuadro 1	Capacidad de producción de transformados por regiones, 1998	20
Cuadro 2	Producción mundial de bauxita, 1991-1998	24
Cuadro 3	Importaciones de la OECD de bauxita por país de origen, 1996.....	25
Cuadro 4	Producción mundial de ALUMINA, 1991-1998	26
Cuadro 5	Importaciones de la OECD en ALUMINA por país de origen, 1996.....	26
Cuadro 6	Producción mundial de aluminio primario, 1992-1998	27
Cuadro 7	Importaciones de la OECD de aluminio primario por país de origen, 1996	28
Cuadro 8	Producción, consumo y comercio de transformados y manufacturados de aluminio, 1997	29
Cuadro 9	Importaciones de la OECD de transformados por país de origen, 1996.....	30
Cuadro 10	Importaciones de la OECD de productos de aluminio por país de origen, 1996.....	30
Cuadro 11	Saldo comercial de los transformados y manufacturados de aluminio por país, 1996.....	31
Cuadro 12	Comparación de consumo por sector, 1997.....	32
Cuadro 13	Importaciones de la OECD de máquinas para trabajar metales por país de origen, 1996	34
Cuadro 14	Principales productores de aluminio primario en el mundo	39
Cuadro 15	Capacidad de producción de alúmina y laminados de aluminio.....	39
Cuadro 16	Comparación entre las plantas de la ALUMAX y de ALBRAS	53

Índice de gráficos

Gráfico 1	Composición de las importaciones de la OECD de productos de la cadena del aluminio, 1996	24
-----------	---	----

Resumen

El presente trabajo explora la aglomeración en torno a la cadena bauxita-alúmina-aluminio en el Nordeste de Brasil con la pregunta qué otros eslabones en la cadena de producción podrían incorporar las tres empresas del conglomerado Aluvale en Pará. Se analizan las condiciones de la demanda internacional y los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante y se concluye que si bien hay relaciones muy fuertes de compra - venta entre los diferentes eslabones de la cadena de producción global, no hay argumentos económicos ni tecnológicos que justifiquen la incorporación de estos eslabones en las fases de producción existentes en Pará. La competitividad en los eslabones hacia atrás y hacia adelante no depende críticamente de la cercanía geográfica de la extracción de bauxita, la transformación en alúmina o la producción de aluminio. Llegado a esta conclusión lapidaria para las expectativas de completar la cadena física de producción en Pará, el estudio se dedica a analizar la relación entre el conglomerado Aluvale y la economía local en términos más generales, para buscar qué otros efectos de aglomeración y qué formas de interacción y aprendizaje local se dan. Esta parte del estudio es singular en el sentido de que muestra el potencial de aprendizaje intersectorial. Se aprendió a través de 20 años de extracción de bauxita lo referente al tema de la reforestación de la Amazonia. Lo más importante que puede dejar el conglomerado de bauxita a la economía local es el conocimiento y la capacidad de manejar la selva tropical. También esto es una ventaja de aglomeración importante, que puede potenciarse mediante la acción concertada entre instancias públicas y académicas locales, empresas y organizaciones sociales.

I. El rol de los recursos naturales en el desarrollo económico

1. Introducción

¿Cómo pueden los países de América Latina, ricos en recursos naturales acelerar su desarrollo económico a partir de esos recursos? Esta es una interrogante presentada por Ramos (1998). En el fondo, no es posible creer que nuestros países deban adoptar estrategias semejantes a las de los países asiáticos, pobres en recursos naturales y, de esa forma, ignorar la disponibilidad de esos recursos.

Diversos países asiáticos de industrialización reciente (tales como Corea del Sur, China, Taiwán, provincia de China, Hong Kong y Singapur), y de manera parecida a la experiencia japonesa de posguerra, obtuvieron altas tasas de crecimiento económico en las últimas décadas, no obstante la casi inexistencia de recursos naturales en esos países. Por otro lado, los países latinoamericanos, ricos en recursos naturales, han enfrentado, desde el final de la década de 1970, grandes dificultades para sustentar tasas razonables de crecimiento. A pesar de la reorientación de los países latinos, que abandonaron la industrialización por sustitución de importaciones y adoptaron la liberalización comercial y la desreglamentación como centro de sus estrategias de desarrollo, los resultados en términos de crecimiento económico aún son tímidos y claramente inferiores a los de la fase dorada de la sustitución de importaciones.

Para los países exitosos de Asia (incluido Japón) al igual que para algunos países europeos (tales como Suiza, Alemania e Italia) se argumenta que la no disponibilidad de recursos naturales actuó como una “desventaja selectiva”,¹ o sea, la ausencia de esos recursos forzó, o estimuló, el desarrollo de otros factores o ventajas competitivas que compensaran esa deficiencia inicial. Por lo tanto, esos países desarrollaron un mecanismo de generación de ventajas competitivas basadas en un continuo aumento del capital humano y de la productividad total de los factores (innovación), ventajas consideradas superiores a la mera dotación de recursos naturales.

De hecho, la mera dotación de recursos naturales frecuentemente es vista más como una traba que como motor de desarrollo económico de un país. La disponibilidad de recursos naturales es una ganancia del tipo “puntual”. Puede garantizar un cierto nivel de ingreso al país, pero no garantiza el crecimiento del ingreso per capita o del bienestar de la población del país. En otras palabras, se trata de una ventaja estática.

En realidad, se argumenta, de varias formas, que la dotación de recursos naturales puede actuar como una desventaja en términos dinámicos. Países ricos en recursos naturales tenderían a la *Heckscher-Ohlin*, a tener ventajas comparativas y a especializarse en productos intensivos en esos recursos. Al establecer ese patrón de especialización, esos países quedarían vulnerables a los nuevos descubrimientos de mayores o mejores recursos en otros países o a nuevas tecnologías (innovaciones) desarrolladas en otros países para la producción de bienes que sustituyeran con ventajas a esos recursos naturales. Además, la disponibilidad de recursos naturales llevaría a una cierta acomodación o letargo, en lo que se refiere a la capacidad de innovar del país. En efecto, se argumenta que los propios sectores intensivos en recursos naturales son poco o nada intensivos en tecnología.² Por lo tanto, ese patrón de especialización condenaría al país a tasas bajas de innovación y, por ende, a tasas también bajas de crecimiento económico.³

Un argumento clásico contra la especialización en recursos naturales o en productos primarios son las bajas elasticidades de ingreso y precio de esos productos. Con el crecimiento de la renta mundial, los países exportadores de productos primarios experimentarían una tendencia al deterioro de sus términos de intercambio con relación a los países exportadores de bienes manufacturados. En consecuencia, el crecimiento económico en estos últimos tendería a ser mayor que en los países exportadores de productos primarios.⁴

El llamado mal holandés (Dutch Disease) también se refiere a los efectos negativos que se producirían en países que de improviso descubrieran nuevos recursos naturales. Las perspectivas del aumento de las exportaciones y de las ganancias de ingresos provenientes de los nuevos descubrimientos, tenderían a apreciar la tasa de cambio y a reasignar recursos de inversiones de otros sectores para esos nuevos recursos naturales.⁵ Ese nuevo patrón de especialización tendería, por las razones ya descritas, a reducir la tasa de crecimiento de la economía en el mediano y largo plazo.

¹ Véase Porter (1990), págs. 98-102, para el concepto de desventajas selectivas y sus aplicaciones.

² Según la taxonomía de Pavitt, los cambios tecnológicos, tanto en los sectores no industriales (agricultura y extracción mineral) como en los sectores tradicionales de la industria (como el textil) tendrían origen, especialmente, en los proveedores de equipos. Véase Pavitt (1984) página 353. Por otra parte, Porter argumenta que la capacidad de innovar depende de las empresas y es relativamente independiente del sector en que actúan. “Modern competition depends on productivity, not on access to inputs or the scale of individual enterprises. Productivity rests on how companies compete, not on the particular fields they compete in. Companies can be highly productive in any industry —shoes, agriculture, or semiconductors— if they employ sophisticated methods, use advanced technology, and offer unique products and services. All industries can employ advanced technology; all industries can be knowledge intensive”, Porter (1998), página 80.

³ El argumento también puede aplicarse para ventajas comparativas basadas en mano de obra barata y no calificada. Véase Grossman y Helpman (1991) del capítulo 9 al 13.

⁴ Se trata de la famosa hipótesis de Prebisch. Aunque esa tendencia no sea fácilmente comprobable, argumenta que los precios de los productos primarios tienden a fluctuar de manera mucho más intensa que los de los productos procesados, produciendo consecuencias análogas para el crecimiento económico a las de tendencia y determinación de los términos de intercambio.

⁵ Véase Krugman (1987) página 49.

Visto de esa forma, la disponibilidad de recursos naturales parece ser más una maldición divina que una ventaja económica. De hecho, según Sachs⁶ se estima que la tasa de crecimiento económico per capita se reduce en 0.5% al año por cada 10 puntos de participación de las exportaciones de productos primarios en el producto interno bruto. Se reconoce, sin embargo, que se trata sólo de una relación empírica. No es un resultado inevitable. Algunos países ricos en recursos naturales, como Noruega, Australia y Nueva Zelandia consiguieron desarrollarse y aún hoy, cuentan con una estructura de exportación concentrada mayoritariamente en productos primarios. Por lo tanto, como señala Ramos, “los recursos naturales no son un castigo de Dios, pero tampoco aseguran por sí mismo el desarrollo. Lo que hacen es ofrecer una oportunidad que vale la pena aprovechar”.⁷

En efecto, la experiencia de los países ricos en recursos naturales, y que obtuvieron éxito en su desarrollo, sugiere que ese desarrollo no está basado solo en la extracción y exportación de los recursos naturales, sino también en industriales relacionadas a esos recursos y que interactúan entre sí contribuyendo mutuamente, a través de esta interacción, para ser más competitivos. Esas industrias se relacionan con los recursos naturales como proveedoras de insumos, equipos e ingeniería (encadenamientos hacia atrás) o como consumidoras/procesadoras de esos recursos (encadenamientos hacia adelante). No se limitan sólo a las fases iniciales de procesamientos simples de los recursos, sino que avanzan sobre la elaboración de productos especiales y más sofisticados, que requieren mayor y creciente capacidad de innovación. Esas industrias tienden a aglomerarse en regiones específicas o en distritos industriales, de manera de beneficiarse de la difusión y el conocimiento e innovación (externalidades dinámicas), mejorar la confianza y reducir los costos de transacción o coordinación involucradas en esas interacciones entre los agentes.

Para Ramos, es esa aglomeración de industrias, que él denomina complejos productivos o *clusters*, en torno de los recursos naturales de un país o de una región de un país, que es la base de desarrollo de esos países.⁸ Ese también sería el camino natural de los países de América Latina ricos en recursos naturales. El tema, por lo tanto, es cómo acelerar la promoción de esos complejos productivos o *clusters* en los países latinoamericanos.

Ramos enfatiza que los encadenamientos hacia adelante dependen de manera importante de la semejanza tecnológica entre la actividad extractiva y la de procesamiento. Cuando mayor sea esa semejanza, mayor será el aprendizaje y más fuerte el impulso hacia adelante.⁹ Sin embargo, las empresas que componen un cluster no se limitan a aquellas que se relacionan como proveedoras o clientes en una cadena productiva, sino también a las que proveen productos o servicios complementarios y de apoyo (como infraestructura) o que utilizan una misma base técnica.¹⁰

⁶ Véase Asian Development Bank (1997), *Emerging Asia: Changes and Challenges*, Manila, citado en Ramos (1998), página 106.

⁷ Véase Ramos (1998), p. 107.

⁸ *Ibid.*, p. 107

⁹ *Ibid.*, p. 109

¹⁰ Porter (1990), p. 105.

II. Objetivos del trabajo

1. Objetivo general

Teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos naturales para la producción de aluminio y la ventaja comparativa revelada de Brasil en la producción de bauxita, alúmina y aluminio primario, este trabajo se pregunta si esa forma de ventaja pueda ser utilizada para desarrollar y completar la cadena de aluminio en el país, convirtiendo a los sectores de transformación y de productos de aluminio más competitivos, así como desarrollar a las industrias proveedoras de bienes de capital para el sector, las industrias de apoyo (infraestructura de energía, transporte y telecomunicaciones) y los servicios de ingeniería, logística y comercialización.

2. Objetivo específico

Para estudiar este tema se pretende analizar las relaciones e interacciones internas y externas de un conjunto básico de tres empresas pertenecientes a la Compañía Vale do Río Doce, a través de su compañía *holding* para el sector de aluminio, la Aluvale. Esas tres empresas todas localizadas en el Estado de Pará, en el norte de Brasil son:

Mineração Río do Norte, productora de bauxita (localizada en los márgenes del río Trombetas, afluente del río Amazonas, en el municipio de Oriximina, al norte del Estado de Pará):

Alunorte, productora de alúmina y localizada en el municipio de Barcarena, en el margen sur del Río Pará a 40 km de Belém y 300 km de la hidroeléctrica de Tucuruí; y Albras, productora de lingotes de aluminio, también localizada en el municipio de Barcarena, al lado de la Alunorte.

III. Metodología y el concepto de *cluster*

El nivel de análisis es en parte micro (ventajas internas de las empresas) y en parte sectorial o meso (ventajas comunes o colectivas externas), de acuerdo a la clasificación de Buitelaar (2000) basada en Roelandt y Den Hertog (1997) y Meyer-Stamer (1999). Vale recordar que a nivel meso, las ventajas competitivas comunes se dan gracias a la infraestructura local especializada; a las instituciones de apoyo (educación, tecnología); a la estructura productiva y a las políticas regionales y sectoriales.

En primer lugar se considera que la competitividad de las empresas está centralmente determinada por su capacidad de innovación. *Cluster* se define como un conjunto de empresas que comparten (y construyen) ventajas competitivas colectivas.¹¹ Por lo tanto, el *cluster* estimula la innovación y da soporte al éxito competitivo del conjunto de empresas que la constituyen. Se supone que la innovación tiene dos determinantes fundamentales: i) la amenaza, que sería función de la existencia de competidores, potenciales participantes y productos sustitutos; y ii) la capacidad de absorber cambios, que sería función del grado de desarrollo de los recursos humanos y de la calidad de interacción. La innovación se da de dos maneras: a través de la reducción de costos y/o de la diferenciación de los productos, suponiendo que esta última hace la competitividad más sustentable.

¹¹ Véase Buitelaar (2000) p.2.

Las empresas interactúan interna y externamente con otras empresas e instituciones. Es a través de esas interacciones que el proceso de aprendizaje es estimulado y se desarrolla. El aprendizaje por interacción genera externalidades dinámicas. Las interacciones en un sistema de valor son fuentes de innovación y ventajas competitivas, por lo tanto difíciles de medir. La proximidad geográfica tiende a facilitar las interacciones entre las empresas e instituciones, estimulando el proceso de aprendizaje. Los *clusters* son por lo tanto definidos como concentraciones geográficas de grupos de empresas e instituciones relacionadas que constituyen un sistema de valor. La calidad y la sofisticación de las ventajas competitivas que se generan a través de interacción entre empresas e instituciones delimitan el *cluster*.

En la práctica, es difícil delimitar un *cluster* tanto en términos geográficos como en términos de las empresas e industrias que la componen, ya que la identificación de los agentes y sus funciones en el sistema del valor depende del objetivo central del análisis y de las políticas que se intenta proponer. De esa manera, en la práctica, se parte de una región objeto de análisis y de identificación de un grupo de empresas nucleares del sistema de valor. A través de entrevistas directas con las empresas nucleares, se dibuja un mapa del sistema de valor. El análisis del mercado, incluyendo el de las posiciones de las empresas nucleadas en él, es el punto de partida para delimitar el *cluster* y formular políticas públicas capaces de promover su capacidad competitiva.

IV. La cadena de aluminio: tecnología de producción en el mundo y en Brasil

El aluminio se presenta actualmente como un metal altamente versátil. Su resistencia, especialmente a la corrosión atmosférica, peso,¹² buena conductividad eléctrica y ventajas para el medio ambiente, debido a su facilidad para el reciclaje, proporciona un gran potencial competitivo frente a los metales tradicionales como el hierro y el acero, principalmente en sectores como el de embalajes, transporte y bienes de consumo.

Por lo tanto, la utilización generalizada del aluminio en forma metálica es relativamente reciente. A pesar de ser uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, el aluminio no se encuentra naturalmente en forma de metal.¹³ En 1808, el Sr. Humprey Davy comprobó la existencia del aluminio, dándole ese nombre. En 1825, el físico alemán Hans Christian Oersted produjo pequeñas cantidades del metal. En 1854, se inició la producción industrial por la vía química, utilizándose el método desarrollado por Sainte-Claire Deille¹⁴.

¹² El aluminio tiene un tercio de la masa de un volumen equivalente de acero de cobre.

¹³ Existen registros que cuentan que ceramistas de Persia hacían vasos de un tipo de barro conteniendo óxido de aluminio hace más de siete mil años atrás. 30 siglos después, los egipcios y babilonios usaban otros compuestos aunque no de aluminio en sus fábricas de cosméticos y productos medicinales. Véase Alcoa, 1999, internet.

¹⁴ Véase Abal, 1999, internet.

El proceso de producción de aluminio continuó mejorándose y, en 1869, ya se producían dos toneladas de metal. Con esos avances su costo bajó de 545 dólares a 17 dólares el gramo,¹⁵ el mismo valor de la plata. El aluminio aún era un metal semi precioso y era necesario aumentar la cantidad producida y bajar considerablemente su precio para convertirlo en un metal de uso generalizado.

El primer proceso para obtener aluminio a gran escala surgió recién en 1886. En ese año, Charles Martin Hall colocó en un recipiente un baño de criolita conteniendo alúmina y le pasó corriente eléctrica. El resultado fue una masa congelada que él trabajó con martillo, dando origen a diversas partículas de aluminio.¹⁶ El mismo proceso, con pequeñas modificaciones, fue desarrollado simultáneamente por el francés Paul Luis Toussaint Heroult, dando origen al método, utilizado hoy, de producción del aluminio conocido como Heroult-Hall.¹⁷

En la actualidad, el proceso de producción de aluminio puede dividirse en cuatro etapas: i) la extracción y tratamiento de bauxita; ii) la producción de alúmina; iii) la transformación de la alúmina en aluminio (o refinamiento) y; iv) el proceso de transformación (laminación, extrusión, fundición, etc.) del aluminio de acuerdo con su utilización final.

1. La extracción de la bauxita

Aunque existan numerosos minerales a partir de los cuales es posible obtener el aluminio, el mineral normalmente empleado en su producción es la bauxita. Ella está compuesta de una variedad de sustancias, siendo el óxido de aluminio su componente dominante.¹⁸

La bauxita fue identificada por primera vez en 1821 por Berthier en la localidad de Le Baux en el sur de Francia. Hasta el inicio de ese siglo, la bauxita utilizada en el mundo era proveniente del sur de Francia, del Norte de Irlanda y de los Estados Unidos.¹⁹

El primer millón de toneladas de producción se obtuvo en 1917, cuando la minería ya se había expandido a Hungría, Alemania y Guyana Británica. En 1943, los mayores productores de bauxita eran los Estados Unidos, Guyana, Hungría, Yugoslavia, Italia, Grecia, Rusia, Suriname, Indonesia y Malasia.

En 1952, Jamaica inició la explotación de bauxita, sobrepasando a Suriname que por esa época era el principal productor mundial. En la década de 1960, Australia y Guinea se unieron a ese grupo. En tanto en la década de 1970, Brasil pasó a estar entre los primeros productores.²⁰ Actualmente, las principales reservas comercializables se encuentran en regiones tropicales o subtropicales.

Existe una gran variación en la calidad de la bauxita y en la forma, tamaño y profundidad de las reservas minerales.²¹ La bauxita se destina a la producción de alúmina metalúrgica (utilizada en la producción de aluminio) y la alúmina no metalúrgica (utilizada en la producción de refractarios sanitarios, productos de limpieza, etc.)²²

¹⁵ Un precio razonable para la época, tanto es que sirvió para adornar la mesa de la corte francesa, la corona del rey de Dinamarca y la capa del Monumento d Washington (Véase Alcoa, internet). El precio del gramo de aluminio hoy es de aproximadamente 0.15 centavos de dólar.

¹⁶ Alcoa, 1999, internet.

¹⁷ Abal, 1999, internet.

¹⁸ Alcoa, 1999, internet.

¹⁹ Abal, 1999, internet.

²⁰ Idem.

²¹ Véase Aquino & Britto, 1990, p.80. La bauxita debe contener altos niveles de Al₂O₃ (óxido de aluminio) y bajos niveles de Fe₂O₃ (óxido de hierro) y sílice para ser económicamente viable. Véase Minerals Council of Australia (www.minerals.org.au)

²² Véase BNDES, 1996,p.1

La primera etapa de la cadena consiste en el proceso de extracción y tratamiento del mineral. Ese proceso es en general simple y no requiere de técnicas costosas.²³ Alrededor del 90% de la producción se obtiene en minas próximas a la superficie. El grado de mecanización varía desde métodos manuales hasta el uso de equipamientos pesados para movimientos de tierra y mineral de gran escala. Las minas tenían en 1990, capacidades que variaban de 80 000 ton/año hasta 10 millones de toneladas/año, siendo de 2 a 5 millones de toneladas/año el nivel mínimo considerado para una operación lucrativa.²⁴

En 1999, Mineração Río do Norte (MRN) alcanzó una producción de cerca de 11 millones de toneladas/año.

El tratamiento del mineral consiste en lavado y colada, reduciéndose la tasa de arena y silicio combinada a la bauxita y en el secado. Lo último varía de acuerdo con las especificaciones del país para el cual se destina o del cual se origina el mineral. En Surinam la bauxita se exporta con una tasa de humedad de 3 a 5%, en tanto que en Jamaica esa tasa es de 10 a 15%.²⁵

En términos tecnológicos, la extracción de bauxita requiere grandes movimientos de tierra y del mineral, el control de calidad sobre el mineral extraído, para mantener estable las características del producto, la recuperación de los terrenos después de la extracción; y el tratamiento de los residuos de lavado.

En Brasil, además de la MRN en Pará, la Alcoa y la CBA producen bauxita en Ouro Preto, Poços de Caldas y Cataguases, respectivamente, en el Estado de Minas Gerais.²⁶

2. Producción de alúmina

La producción de alúmina consiste en el aislamiento del óxido de aluminio (alúmina) quitándole los otros componentes de la bauxita, tales como óxido de hierro y de silicio.²⁷ El proceso de Bayer es el único en uso comercial y consiste en modificaciones químicas, obtenidas básicamente a través de alteraciones de presión y temperatura, a partir de una mezcla de bauxita con soda cáustica. Existen dos vertientes del proceso de Bayer, la europea y la americana. La europea emplea alta temperatura (180° a 200° C) y gran cantidad de soda cáustica y fue desarrollada para el tratamiento de los minerales monohidratados, aunque su aplicación sea extensible a los trihidratos, pudiendo tolerar silicio en forma de cuarzo. El proceso europeo genera alúmina del tipo "flowry" (finísima), en tanto el americano genera alúmina del tipo "sandy" (arenosa). Mejor fluidez y ventajas en los sistemas de limpieza a gas, usados para remover el fluorato, garantizan la preferencia por el sistema americano. Sin embargo, la mayor parte de las refinerías modernas se encuentran capacitadas para utilizar ambas tecnologías,²⁸ se necesitan aproximadamente 2.5 toneladas de bauxita para la producción de una tonelada de alúmina.²⁹

Las principales etapas del proceso de refinería se pueden agrupar de la siguiente manera:

- i) Chancado y molienda, consiste en la reducción controlada de las dimensiones de las partículas del mineral,

²³ El costo por toneladas extraída va de 4.50 dólares en las minas de Australia hasta 25 dólares en Grecia en 1995. (Véase BNDES, 1996, pág. 12)

²⁴ Aquino & Britto, 1990, p.81.

²⁵ Ibid, p. 81.

²⁶ Las empresas que operan en Brasil serán mejor analizadas en la última sección de este trabajo.

²⁷ Alcoa, 1999, internet.

²⁸ Aquino & Brito, 1990, p. 82.

²⁹ Alcoa, 1999, internet.

- ii) Digestión, donde el mineral se combina con soda cáustica en condiciones de alta temperatura y presión, lo que origina una solución de aluminato de sodio mezclada con residuos insolubles de impureza,
- iii) Decantación y lavado, donde los residuos se separan del aluminato de sodio por un proceso de decantación y filtro y donde la soda cáustica se separa de los residuos por un proceso de lavado,
- iv) Precipitación, donde la alúmina se precipita por un proceso de cristalización de la solución a través de filtración y enfriamiento,
- v) Calcinación, donde los cristales de alúmina se calientan a alta temperatura, removiendo el agua, y formando la alúmina propiamente tal.

Existen economías de escala en la producción de alúmina. La escala mínima de la eficiencia en 1990 se encontraba en torno de 35 000 toneladas/año, aunque es posible obtener economías de escala, por lo menos hasta un nivel de 2 millones de toneladas/año. La mayor parte de las nuevas refinerías excede la capacidad de 500 000 ton/año.³⁰

En Brasil existen dos grupos de unidades de producción de alúmina. El primer grupo está compuesto por unidades más antiguas (CBA, Alcoa³¹ y Alcan), caracterizadas por la escala reducida (150 mil a 350 mil toneladas/año) e índices de consumo de insumos más elevados.³² El segundo grupo está compuesto por unidades más modernas caracterizadas por una capacidad mínima de 650 mil toneladas/año y que presentan una ganancia de escala considerable. La tecnología adoptada más recientemente (proyectos Alumar³³ Alunorte) es la mejor disponible en el mercado mundial.

3. La producción de aluminio primario

El proceso de transformación (o reducción) de la alúmina en aluminio consiste en colocarla en un baño electrolítico, dentro de un horno, donde se utilizan corrientes eléctricas continuas. El método de reducción de aluminio comercialmente empleado es el Hall-Heroult. La alúmina³⁴ se disuelve en un baño de criolita derretida a 950° C, en grandes hornos, por medio de una corriente eléctrica que pasa a través del baño entre los ánodos de carbono (polo positivo) y cátodos (polo negativo). El aluminio se junta al cuerpo del cátodo y se precipita en el fondo del horno. Posteriormente se aspira por un “crisol” al vacío listo para ligarse y fundir a otros metales. El oxígeno de alúmina se combina con el carbono del ánodo, siendo expulsado como monóxido o dióxido de carbono.³⁵

Existen dos procesos básicos de reposición de ánodos de carbono: el método de “Soderberg” y el método de “ánodos precocidos”. El método de “Soderberg” consiste en la alimentación continua del horno con pasta de carbono (coque de petróleo y brea) no cocida. El calor funde la mezcla a medida que entra en el horno, generando un ánodo de renovación continua. El método de “ánodos precocidos” consiste en la producción separada de los ánodos sólidos que posteriormente se colocan en un “baño”. Los ánodos se reponen a medida que son consumidos por el proceso.

³⁰ Aquino & Britto, 1990. P.83/ Como ejemplo se puede citar a Alunorte cuya capacidad instalada era de 1 100 000 toneladas/año (Alunorte, 1999)

³¹ Los datos de Alcoa se refieren exclusivamente a la unidad de Pocos de Caldas

³² Las unidades más antiguas (CBA, Alcoa, Pocos de Caldas y Alcan) presentan índices técnicos menos favorables vis-á-vis los de las más modernos, lo que se refleja en los costos de producción

³³ La Alcoa y la Billiton son los principales accionistas de la Alumar.

³⁴ Se necesitan dos toneladas de alúmina para producir una tonelada de aluminio. Alcan, 1999, internet.

³⁵ La alúmina (Al₂O₃) contiene 52.9% de aluminio y 47.1% de oxígeno.

La ventaja del método de “Soderberg” es la menor demanda por inversiones en relación al método de “ánodos precocidos”, en tanto que en este último las ventajas son las facilidades de maniobra y operación, el bajo consumo de mano de obra, menor consumo energético,³⁶ y menor volumen de gases nocivos.

Después de obtener el aluminio de forma líquida, éste se transfiere para las unidades de función. Allí el aluminio se carga en hornos en espera, donde son tratados y su temperatura se reduce a la más apropiada para el proceso siguiente. En los hornos de espera el aluminio puede combinarse con otros materiales de acuerdo con el destino final del producto. En una unidad de función es posible identificar los siguientes centros de producción, de acuerdo con el portafolio de productos generados:

- i) Transformación a lingotes, donde el aluminio se enfría en forma de lingotes de 20 kg,
- ii) Fundición continua por vaciamiento vertical (V.D.C.), donde el aluminio se enfría en forma de tarugos,
- iii) Fundición continua por vaciamiento horizontal (H.D.C.), donde el aluminio se enfría en forma de placas y barras.

En el caso brasileño existe una clara diferencia entre las unidades implantadas antes de 1980 y las posteriores. Las anteriores a 1980 son en general, unidades de pequeña escala, reducido amperaje, mayor consumo de energía, lavado húmedo de los gases efluentes, eficiencia reducida de corriente (89% a 90%) y menor producción por horno (800 a 900 kg/día). En ese grupo están las unidades de Alcan de Saramenha y Aratu II en el Estado de Bahía, de la CBA en el Estado de Sao Paulo, y las unidades de Alcoa en Poços de Caldas en Minas Gerais.³⁷

Las unidades implantadas después de 1980 en general son a gran escala (capacidad óptima de 300 mil toneladas/año) cuentan con tarifas de energía eléctrica reducidas, presentan alimentación central de alúmina, hornos cerrados e incorporan modernos equipos de base microelectrónica. En este grupo se encuentran las unidades de Albras, Valesul y de Alumar.

El proceso de fundición se da de manera diversa de acuerdo al perfil de la empresa. Las que están orientadas para atender el mercado externo, como la Albras y Alumar, se restringen a la función de lingotes. En cambio las unidades orientadas para el mercado interno —CBA y Alcan— producen un conjunto más amplio de productos.³⁸

4. La transformación del aluminio

Una vez producido, el aluminio pasa por un proceso de transformación metalúrgica que le da las características necesarias a cada una de sus aplicaciones. Por tipo de proceso, la transformación de este metal puede dividirse entre extrusión, laminación, fundición, confección de cables e hilos, producción de polvo de aluminio y aluminio para fines destructivos. Cada uno de esos procesos está fuertemente asociado a un sector de destino: los extrudados para la construcción civil, laminados para el sector de embalajes y transporte, fundidos y forjados para el sector de transporte, hilos y cables para la industria eléctrica, polvo de aluminio para la industria química y aluminio para uso destructivo para la industria siderúrgica.

³⁶ Los índices de consumo específicos de energía en corriente alternada en las plantas de Soderberg son aproximadamente 16 kwh/toneladas, en tanto en las plantas de ánodo precocido es de 14 kwh/tonelada.

³⁷ Britto destaca que aunque esas unidades continúan presentando un razonable desfase tecnológico en relación a las unidades más modernas, se han realizado grandes esfuerzos en ampliar el amperaje y en el menor consumo de energía, especialmente en las unidades de Saramenha de la Alcan y de Mairinques de la CBA (Britto, 1993, p.43).

³⁸ Ibid, p. 51-52.

4.1 Extrudados

Los extrudados se producen en una prensa de extrusión, donde el aluminio, después de haber sido previamente calentado y en forma de tarugos, se comprime contra una matriz que define el diseño y las características técnicas para cada aplicación.³⁹ Entre las principales aplicaciones de los extrudados se encuentra la confección de perfiles para puertas, ventanas, cierres de baños, etc.⁴⁰

En Brasil las unidades de extrusión presentan una gran diversidad desde el punto de vista técnico. En 1991, el número de prensas era superior a 80, siendo que sólo 20 se realizaban dentro de la escala y nivel de capacidad satisfactorios. En 1998, el número de prensas había caído a 76.⁴¹ La capacidad instalada gira en torno de 200 mil toneladas/año y una producción en torno a 140 mil toneladas/año,⁴² siendo la mayor parte de ésta destinada al mercado interno, dado que las exportaciones no sobrepasaban 5 mil toneladas/año.⁴³ El cuadro 1 muestra que el 75% de la capacidad de producción del Brasil de extrudados están concentrados en la región sudeste y el restante de la capacidad en las regiones sur y nordeste.

Los grandes consumidores de extrudados en Brasil son los sectores de construcción civil y transporte que en conjunto representaron el 77% del consumo en 1998.⁴⁴

Cuadro 1

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE TRANSFORMADOS POR REGIONES, 1998

Tipos	Norte	Nordeste	Sudeste	Centro/Oeste	Sur	Total
Extrudado	--	18.5	1 501.5	--	32.5	201.5
Planchas	--	54.3	273.5	--	2.2	330.0
Hojas	--	17.0	58.0	--	--	75.0
Cables y Laminas	12.0	15.0	142.0	--	--	169.0

Fuente: Abal, Anuario Estadístico Abal.

4.2 Laminados⁴⁵

La laminación es el proceso de obtención de chapas, láminas y hojas que se da al pasar el metal entre cilindros regulable, proporcionando varios espesores. En función de las características físico-químicas del aluminio, los laminadores presentan significativas ventajas en función de la reducción del peso, aumento de la resistencia mecánica, o de alternativas de presentación estética que posibilitan su utilización en gran escala en las áreas de transporte —marítima y terrestre— señalización, embalajes y bienes de consumo.⁴⁶ Los laminados se clasifican en tres grupos de acuerdo con el espesor: plancha gruesa (mayor de 6.5 mm), plancha (entre 0.15 y 6.35 mm) y hojas (menos de 0.15 mm).⁴⁷

³⁹ La versatilidad de formas y tipos de terminación, sean de protección superficial o de embellecimiento estético (a través de anodización, pulido o pintura) confieren a los extrudados una posición destacada en las áreas de la construcción civil, transporte y bienes de consumo". Aquino & Britto, 1990, p. 88.

⁴⁰ Abal, 1999, internet

⁴¹ Abal, 1999, p.15

⁴² La capacidad instalada del sector se ha elevado en los últimos años. Entre 1993 y 1998 la capacidad instalada se elevó 26% pasando a 159.5 mil toneladas/año a 201.5 mil toneladas/año. La utilización de la capacidad instalada también se elevó de 63% en 1993 a 70% en 1998, Abal, 1999.p.15.

⁴³ Abal, 1999, p.14

⁴⁴ Abal, 1999, p.13.

⁴⁵ El proceso de laminación puede dividirse entre: laminación pura (para la producción de latas, pisos, carrocerías de ómnibuses y camiones, telas, etc.) laminación de artefactos (para la producción de utensilios domésticos) y laminación de impactados (tubos, empaques de pastas dentales, aerosoles, etc.) Abal, 1999, internet.

⁴⁶ Aquino & Britto, 1990, p.88

⁴⁷ Alcoa, 1999, internet.

En el caso brasileño existen dos grupos básicos de unidades de laminación. El primero está constituido por las empresas de gran tamaño, como la CBA, Alcoa y Alcan. Estas empresas operan en gran escala y tienen condiciones de promover una actualización tecnológica de su parque de laminación. El segundo grupo está constituido por pequeñas empresas que adoptan el proceso de corte de planchas, y que en general, presentan índices poco satisfactorios de eficiencia.⁴⁸

La capacidad instalada en el Brasil en los últimos años ha crecido a tasas razonables. Entre 1993 y 1998 la capacidad instalada para la producción de planchas se elevó 25%, pasando de 263.5 a 330 mil toneladas/año, en tanto la capacidad instalada para la producción de hojas se elevó en 35%, de 55.5 a 75 mil toneladas/año.⁴⁹ El grado de utilización de la capacidad instalada, en 1998, fue de 58% para planchas y de 61% para láminas. El cuadro 1 resalta la concentración de la capacidad instalada de planchas y láminas en las regiones Sudeste y Nordeste. Entre los principales sectores consumidores de planchas y láminas se destacan los de embalajes (52.6%, bienes de consumo (14.6%) y construcción civil (10.5%).

4.3 Hilos y cables

Las varillas de aluminio se utilizan para la confección de hilos y cables para transmisión de energía eléctrica, especialmente en líneas de larga distancia, siendo la industria de transmisión de electricidad su único consumidor. Por tener un peso relativamente bajo por decímetro cúbico, el aluminio presenta una de las mayores tasas de conductividad eléctrica por masa.⁵⁰

La capacidad instalada en el Brasil para la producción de cables y varillas de aluminio se ha venido ampliando a un ritmo más lento que el del resto de los transformadores. Entre 1993 y 1998 la capacidad instalada se amplió apenas en un 6%, pasando de 159 mil toneladas/año en 1993 para 169 mil toneladas/año en 1998, en tanto que la media del sector de transformados.⁵¹ Fue de 21%.⁵² El nivel de utilización de la capacidad instalada fue de 67% en 1998.⁵³ También el cuadro 1 muestra que la capacidad instalada se encuentra concentrada en las regiones Sudeste y Nordeste del país, y una pequeña capacidad está instalada en el norte.

4.4 Fundidos y forjados

El proceso de fundición y forja es bastante similar al proceso de fundición que se produce después de la confección del aluminio, siendo, sin embargo, realizado de acuerdo a su posterior aplicación. Los fundidos y forjados se destinan principalmente a la confección de cajas de cambio, carrocería de motores, ruedas para automóviles, etc.⁵⁴

Existen diversas técnicas que se utilizan en la fundición del aluminio, dependiendo del tamaño, complejidad y cantidad del producto final deseado. La fundición en arena utiliza moldes de mezclas de arenas especiales para crear formas de gran tamaño, complejas o flujos de pequeñas cantidades. Además, las fundiciones en yeso, molde, corteza y de revestimiento componen la

⁴⁸ Britto, 1993, p.67.

⁴⁹ La gran elevación de la capacidad instalada en Brasil para la producción de planchas se produjo entre los años 1995 y 1996 cuando la capacidad instalada se elevó en 17.5%. En hojas la capacidad instalada tuvo una gran elevación entre 1994 y 1995, elevándose la capacidad instalada en 16.21%. En los últimos años esa tasa ha sido más reducida. Entre 1997 y 1998 la capacidad instalada para planchas se elevó 4% en tanto que para las hojas se elevó en 3%. Abal, 1999, p.15.

⁵⁰ Alcoa, 1999, internet.

⁵¹ Incluye laminación, cables e hilos y extrudados. No incluye fundidos y forjados, polvo de aluminio para uso destructivo.

⁵² Abal, 1999, p.15.

⁵³ Abal, 1999, p.12-15.

⁵⁴ Abal, 1999, internet.

fundición por gravedad, esto es, dependen de la gravedad en el lanzamiento del metal en el molde. La fundición bajo presión, por otra parte, usa un pistón hidráulico para forzar el aluminio contra la matriz. Ese método se prefiere para la producción en masa, que requiere de buenas terminaciones y alto patrón de precisión dimensional.⁵⁵

Entre los principales sectores consumidores destacan los de transporte (88%) y el de máquinas y equipamientos (8%).⁵⁶

4.5 Polvo y uso destructivo

Los dos últimos tipos de transformados del aluminio son polvo y aluminio para uso destructivo. El primero se utiliza en la confección de tintas, productos químicos y farmacéuticos. El segundo como desoxidante en la industria siderúrgica.⁵⁷

“El polvo de aluminio se obtiene a través de la atomización del aluminio en estado líquido. Aspirado por una cámara donde se introduce un chorro de aire presurizado, el aluminio líquido se desintegra en pequeñas partículas de formato semiesférico que después es colado y clasificado de acuerdo con su granulación: fino, fino recubierto, mediano y grueso”.⁵⁸

⁵⁵ Alcoa, 1999, internet.

⁵⁶ Abal, 1999, p.15

⁵⁷ Abal, 1999, internet.

⁵⁸ Alcoa, 1999, internet.

V. Patrón mundial y brasileño, consumo y comercio de la cadena del aluminio

El objetivo de esta sección es presentar las principales características de los patrones de producción, consumo y comercio internacional de los productos asociados a la cadena del aluminio, tanto a nivel mundial como para Brasil.

La cadena del aluminio —compuesta por las etapas de extracción de bauxita, obtención de alúmina, producción del aluminio primario y producción de los transformados del aluminio⁵⁹— registró en 1996⁶⁰ alrededor de 43 billones de dólares en transacciones internacionales⁶¹ o sea, menos del 1% del total del comercio internacional de mercancías.⁶²

La mayor parte del comercio internacional de productos relativos a la cadena de aluminio se concentran en el mercado de la OECD. En 1996, ésta representó el 86% de las importaciones mundiales de productos de la cadena de aluminio. El aluminio

⁵⁹ Incluye solamente planchas, hojas, extrudados y cables e hilos, polvo, tubos y conexiones. Excluye los fundidos y forjados, ya que las estadísticas de comercio internacional no discriminan en piezas fundidas y forjadas por tipo de metal.

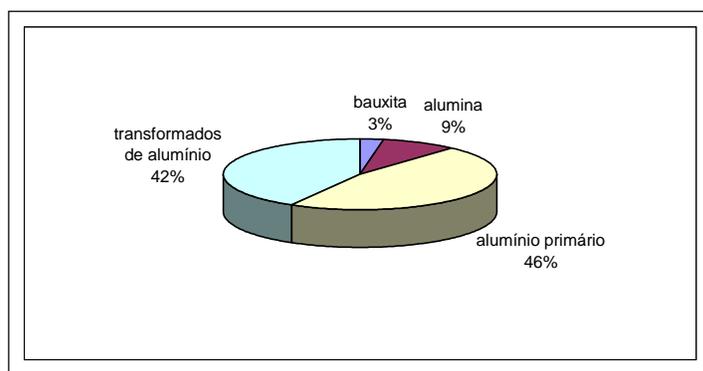
⁶⁰ Ese es el último año para el que se cuenta con datos disponibles.

⁶¹ Valor de las importaciones mundiales. Véase UNCTAD, 1997, PCTAS.

⁶² El comercio internacional de mercancías medido por el valor de las importaciones mundiales en 1996, movió 5.3 trillones de dólares. Véase FMI, 1999, CD del *International Financial Studies*.

primario y los transformados del aluminio representaron, respectivamente, 46% y 42% de estas importaciones, o sea, 88% de las importaciones de la cadena del aluminio de la OECD (véase gráfico 1). Por lo tanto, el valor del comercio de la bauxita y alúmina es relativamente pequeño dentro de esta cadena.

Gráfico 1
COMPOSICIÓN DE LAS IMPORTACIONES DE LA
OECD DE PRODUCTOS DE LA CADENA DEL ALUMINIO, 1996
(en porcentajes)



1. El mercado de la bauxita

Como se observa en el cuadro 2, los principales productores de bauxita en el mundo son los países que cuentan con grandes reservas del mineral. Se trata de Australia, Guinea, Jamaica, Brasil, China y Rusia. Brasil posee la tercera mayor reserva del mundo, con cerca de cuatro billones de toneladas, seguida por Guinea con ocho billones de toneladas y Australia con seis billones de toneladas.⁶³

Cuadro 2
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE BAUXITA, 1991-1998
(Millones de dólares)

País	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Australia	40.50	39.90	41.70	42.20	42.70	43.10	43.86	43.20
Guinea	17.10	16.00	17.00	14.80	17.70	18.40	18.78	19.30
Jamaica	11.60	11.40	11.20	11.60	10.90	11.80	12.18	12.00
Brasil	10.40	9.40	9.70	8.70	10.20	11.00	11.37	11.50
China	5.90	6.70	6.50	7.40	8.80	9.00	9.14	8.89
Rusia*/	7.90	7.60	7.40	6.00	5.60	5.98	5.89	5.98
Resto	21.70	19.50	20.80	21.30	21.50	23.29	25.28	24.20
Total	115.10	110.50	114.30	112.00	117.40	122.60	126.50	125.20

Fuente: World Metal Statistics y BNDES 1996.

*/Rusia y Kazakastan

En general, esos mismos países se sitúan entre los principales exportadores de este mineral, ya sea en el mercado de la OECD o en el mercado mundial. Como puede verse en el cuadro 3, se verifica que solamente Rusia no se encuentra entre los 10 mayores proveedores del mercado de la OECD.

⁶³ BNDES, 1996, p.3.

Entre los mayores importadores mundiales de bauxita se encuentran los Estados Unidos, Irlanda, España, Italia y Canadá que, con excepción de España e Italia, son importantes países exportadores de alúmina.

Cuadro 3
IMPORTACIONES DE LA OECD DE BAUXITA
POR PAÍS DE ORIGEN, 1996

(en porcentajes)

Países	
Guinea	39.55
Brasil	14.03
Jamaica	12.15
Australia	9.72
Guyana	9.21
China	8.02
Grecia	1.63
Indonesia	1.23
Gana	1.03
Estados Unidos	0.77
Otros	2.65

Fuente: UNCTAD, 1997, Pctas.

En el caso particular de Brasil, la producción de bauxita se ha venido ampliando en los últimos años, conjuntamente con el consumo doméstico. Entre 1996 y 1998 la producción se amplió de 11 a 12 millones de toneladas, en tanto que el consumo doméstico aumentó de siete para ocho millones de toneladas, manteniendo las exportaciones estables en torno a 4.5 millones de toneladas.

La empresa Mineração Río do Norte responde por 78% de la producción brasileña de bauxita, seguida por las mineras de las compañías CBA (10%), Alcoa (5.5%) y Alcan (3.7%).

2. El mercado de alúmina

Entre los principales productores de alúmina se encuentran también los mismos países productores de bauxita y algunos importantes importadores de este mineral, en general, países con fuerte tradición de la industria del aluminio, como Canadá y los Estados Unidos. Como se observa en el cuadro 4, las principales regiones productoras de alúmina son Oceanía, debido a la gran producción australiana, Europa, principalmente por la producción de Irlanda y Rusia y América del Norte, (Estados Unidos y Canadá) y América Latina, por Suriname, Venezuela y Brasil.⁶⁴ Entre los mayores importadores de alúmina también se destacan los Estados Unidos y Canadá, además de Noruega y China, todos importantes productores de aluminio.

⁶⁴ UNCTAD, 1999, PCTAS.

Cuadro 4
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALUMINA, 1991-1998

(millones de toneladas)

Regiones	1995	1996	1997	1998	Porcentajes
Africa	0.50	0.50	0.50	0.50	1.10
América del Norte	5.70	5.90	6.20	6.40	14.30
América Latina	8.50	9.30	10.00	10.40	23.20
Asia	3.60	3.70	3.80	3.90	8.70
Europa (Occidental + Oriental)	7.00	8.10	9.40	9.70	21.70
Oceanía	13.20	13.30	13.50	13.90	31.00
Total Mundo	38.50	40.80	43.30	44.80	100.00
Alúmina Metalúrgica	34.50	36.80	39.30	40.50	

Fuente: World Metal Statistics e BNDES 1996.

Los datos del cuadro 5 para 1996 muestran que los principales productores de alúmina son también los mayores proveedores del mercado de los países de la OECD. Con excepción de Brasil y de Guinea, todos los grandes productores de bauxita también son importantes proveedores de alúmina para la OECD.⁶⁵

Cuadro 5
IMPORTACIONES DE LA OECD EN ALUMINA POR PAÍS DE ORIGEN, 1996

(en porcentajes)

Países	
Australia	37.70
Jamaica	19.23
Estados Unidos	8.56
Suriname	8.40
Irlanda	5.16
Alemania	3.89
Francia	1.88
Holanda	1.65
Japón	1.46
Canadá	1.31
Otros	10.76

Fuente: UNCTAD, 1997, Pctas.

La explicación acerca que ni Guinea ni Brasil aparecen entre los principales proveedores de alúmina difiere en cada uno de los casos. En general, existe una tendencia de los grandes productores de bauxita de convertirse en grandes productores de alúmina, principalmente en función de la reducción en los costos del transporte.⁶⁶ Aun cuando Guinea sea un gran productor de bauxita, hasta 1996 era desde el punto de vista de las empresas, un país que ofrecía alto riesgo político. Aunque el capital fijo aplicado en la producción de alúmina no sea tan elevado en comparación con la producción de aluminio, aún es suficientemente alto para que el riesgo político se considere por el inversionista. La mayor parte de la bauxita producida en Guinea era exportada, en ese mismo año a Irlanda, donde la Alcan, principal empresa del sector presente en el país, poseía una fábrica de alúmina. Esa es la razón que Irlanda, que no produce ni bauxita ni aluminio primario, sea productora y, consecuentemente, exportadora de alúmina. Si no fuera por el riesgo político, la producción de alúmina debería estar localizada en Guinea.

⁶⁵ Idem.

⁶⁶ Como se mencionó anteriormente en este trabajo, cada toneladas de alúmina requiere en media 2.5 toneladas de bauxita.

El caso de Brasil es diferente. En 1996, la producción de alúmina era de aproximadamente 2.76 millones de toneladas, en tanto que el consumo interno se aproximó a 2.42 millones de toneladas y se destinó 336 mil toneladas a la exportación.⁶⁷ Por lo tanto, Brasil ocupaba el 22 lugar entre los principales proveedores del mercado de la OECD.⁶⁸ Sin embargo, en 1998, este cuadro se había alterado significativamente. La producción brasileña se había ampliado en 20% llegando a 3.32 millones de toneladas, en tanto que el consumo interno se había elevado en menos de 2%, pasando a 2.47 millones de toneladas. En consecuencia, las exportaciones que eran de 336 mil toneladas pasaron a 853 mil toneladas, equivalentes a un aumento de 153%.⁶⁹ Si en Brasil se hubiese tenido ese nivel de exportaciones en 1996, habría sido el tercer mayor exportador de alúmina para el mercado de la OECD, seguido sólo por Australia y Jamaica.

El aumento de la producción de alúmina en el Brasil se debió a la plena implantación de la Alunorte, que en el período de 1996 a 1998, amplió su producción en 73%, pasando de 827 mil toneladas a 1.43 millones de toneladas. El resto de las empresas productores de alúmina en Brasil, no ampliaron su producción en el período.⁷⁰

Sin embargo, es de esperar, que las nuevas plantas de alúmina y las expansiones de las ya existentes en el mundo se produzcan en localidades cercanas a las minas de bauxita, reduciendo el comercio internacional del mineral simultáneamente al aumento del comercio de alúmina.

3. El mercado de aluminio primario

Entre los principales productores de aluminio se encuentran, además de los grandes productores de alúmina, algunos países que cuentan con fuentes económicas de energía eléctrica,⁷¹ como se muestra en el cuadro 6. En cambio el cuadro 7 muestra que esos mismos países, con excepción de China, eran los principales proveedores del mercado de la OECD, en 1996.⁷²

Cuadro 6
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALUMINIO PRIMARIO, 1992-1998
(Millones de toneladas)

País	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Estados Unidos	4 042.1	3 694.8	3 298.5	3 375.2	3 577.2	3 569.1	3 612.0
Rusia	2 776.6	2 819.0	2 670.5	2 774.0	2 870.0	2 903.9	2 975.0
Canadá	1 971.8	2 308.9	2 254.7	2 172.0	2 283.2	2 239.7	2 337.5
China	1 096.0	1 254.5	1 498.4	1 869.4	1 900.4	1 983.0	1 912.0
Australia	1 236.1	1 376.3	1 310.8	1 292.7	1 370.3	1 396.1	1 487.5
Brasil	1 193.3	1 172.0	1 184.6	1 188.1	1 197.4	1 196.8	1 208.0
Noruega	838.1	887.5	856.6	846.8	862.3	890.2	902.0
Resto	6 305.2	6 215.2	6 073.5	6 413.7	6 923.4	6 485.5	4 818.0
Total	19 459.2	19 728.2	19 147.6	19 931.9	20 984.2	20 754.3	21 250.0

Fuente: World Metal Statistics, Abal e BNDES.

⁶⁷ Abal, 1999, p.16.

⁶⁸ UNCTAD, 1997, PCTAS.

⁶⁹ Abal, 1999, p. 16.

⁷⁰ Abal, 1999, p.16

⁷¹ La literatura ha destacado países como Venezuela, países del Oriente Medio, Rusia, Brasil, Africa del Sur, Islandia, India, Indonesia, Canadá, Austria y Noruega como los de menor costo de energía para la industria del aluminio. La hidroelectricidad es la principal fuente para Venezuela, Rusia, Brasil, Islandia y Canadá. El resto utilizan carbón y/o gas como principal fuente de energía eléctrica. Véase Metal Bulletin y BNDES, 1996

⁷² El hecho que los depósitos de la LME (London Metal Exchange) se ubicaran en Holanda tiende a inflar los valores de las exportaciones e importaciones del aluminio primario de ese país. En realidad, a pesar de aparecer como el cuarto mayor proveedor del mercado de la OECD, Holanda es importador líquido de aluminio primario

Cuadro 7
IMPORTACIONES DE LA OECD DE
ALUMINIO PRIMARIO POR PAÍS DE ORIGEN, 1996
(en porcentajes)

Países	
Rusia	18.06
Canadá	16.88
Noruega	7.23
Holanda	6.37
Brasil	5.81
Australia	5.74
Estados Unidos	4.43
Alemania	3.56
Venezuela	3.34
Francia	2.82
Otros	25.75

Fuente: UNCTAD, 1997, Pctas.

La posición de Noruega como el tercer mayor proveedor de aluminio del mercado de la OECD y el hecho que Jamaica e Irlanda, grandes productores de alúmina, no aparecen como productores de aluminio no debe causar sorpresa. Es hacia Noruega que se destina la mayor parte de la alúmina producida en Irlanda porque este país cuenta con energía eléctrica barata, cosa que ni Irlanda ni Jamaica poseen. Considerando que la energía eléctrica corresponde a cerca del 40% de los costos de producción del aluminio, es fundamental que el productor de aluminio cuente con energía barata.

También, las posiciones de Estados Unidos y de Rusia deben entenderse comparando su consumo con sus respectivas producciones de aluminio. Los Estados Unidos, aunque sean los principales productores mundiales de este metal, tienen una posición inferior en las exportaciones para el mercado de la OECD, en función de su alto consumo interno. Por ejemplo, en 1997, los Estados Unidos produjeron 3.6 millones de toneladas de aluminio primario, sin embargo, consumieron 8.8 millones de toneladas, lo que significó un saldo negativo de 5.2 millones de toneladas.⁷³

Por otra parte aunque Rusia presentó un crecimiento modesto de su producción, muestra una caída significativa de consumo interno, lo que explica, al menos en parte, su lideranza como exportador para el mercado de la OECD. Entre 1992 y 1997 la producción rusa de aluminio primario pasó de 2.7 millones de toneladas a 2.9 millones de toneladas, en tanto que el consumo interno cayó 84%.⁷⁴

Las grandes inversiones realizadas en la región norte de Brasil en la década de 1970, tanto en la producción de energía hidroeléctrica como en la refinería de aluminio, transformaron al país en un gran productor y exportador de ese metal en su forma primaria. Los grandes fabricantes nacionales como Alumar y Albras, cuya producción se destina al mercado externo, cuentan con una tarifa reducida de energía eléctrica. Los demás productores, que abastecen especialmente al mercado interno, cuentan con tarifas más elevadas, como es el caso de la CBA,⁷⁵ Alcoa y Alcan.

La producción brasileña de aluminio se ha mantenido estable al inicio de la década. Entre 1993 y 1998 la producción se elevó 3% pasando de 1.17 a 1.20 millones de toneladas, en tanto que la capacidad instalada casi no se amplió, pasando de 1.21 a 1.23 millones de toneladas/año. El consumo interno, entretanto, viene ampliándose fuertemente, siendo parcialmente abastecido por un aumento en la recuperación de chatarra y por la caída en el volumen exportado. Entre 1993 y

⁷³ Abal, 1999, p.18-19.

⁷⁴ Abal, 1999, p.22

⁷⁵ La CBA, produce una cuota de energía eléctrica que consume, lo que debe reducir sus gastos en energía.

1998, el consumo interno se amplió 77%, pasando de 397 a 704 mil toneladas, en tanto la recuperación de chatarra se amplió 134%, pasando de 76.8% a 180.1 mil toneladas.

4. Los mercados de transformados y productos manufacturados de aluminio

Al contrario de la industria de aluminio primario, que produce sólo un producto, la industria de transformados y manufacturados de aluminio produce una variedad de productos.⁷⁶ Como se muestra en el cuadro 8, en términos agregados y en cantidad,⁷⁷ los principales países productores de transformados y manufacturados de aluminio también son los mayores consumidores y, con excepción de Canadá, también son los mayores exportadores e importadores. Los países industrializados dominan el mercado internacional de transformados y manufacturados de aluminio. Alemania, Estados Unidos y Japón son los mayores exportadores netos, además de los mayores productores y consumidores de esos productos. Esa es la primera señal indicativa de la importancia de las condiciones de la demanda interna, especialmente en cuanto a tamaño y segmentación, como uno de los factores determinantes de la localización y de la competitividad de la industria de los transformados.

Aunque los transformados y los productos manufacturados de aluminio sean, en cuanto a valor, responsables por la mayor parte del comercio internacional,⁷⁸ se verifica que la relación comercio/producción en toneladas es bastante mayor en las primeras fases de la cadena (bauxita, alúmina y aluminio primario). Analizando los orígenes y destinos del comercio, también se constata que el comercio de transformados y de productos de aluminio tiende a concentrarse regionalmente. Esas evidencias parecen sugerir que las barreras naturales, especialmente los costos de transporte, y las barreras comerciales sean mayores en el comercio de productos *downstream* (aguas abajo) que en los productos *upstream* (aguas arriba) de la cadena de aluminio.

Cuadro 8
PRODUCCIÓN, CONSUMO Y COMERCIO DE TRANSFORMADOS Y MANUFACTURADOS DE ALUMINIO, 1997
(en miles de toneladas)

Países	Producción	Exportación	Importación	Consumo
Estados Unidos	9 062.4	1 006.2	707.4	8 763.6
Japón	4 196.9	278.0	98.1	4 017.0
Alemania	2 426.1	899.1	593.2	2 120.2
Italia	1 168.4	305.6	423.9	1 286.7
Francia	1 103.4	461.1	463.2	1 105.5
Canadá	750.0	444.0	465.0	771.0
Brasil	605.6	88.3	129.4	646.7
Reino Unido	554.3	214.5	319.9	659.7
Holanda	496.8	200.7	194.6	490.7
Australia	403.2	98.7	61.4	365.9
Africa del Sur	175.7	17.0	31.2	189.9
Suiza	168.9	151.1	126.0	143.8
México	146.9	3.9	126.5	269.5
Argentina	114.6	27.8	34.9	121.7
Nueva Zelandia	48.3	184	26.6	56.5
Islandia	6.5	--	1.9	8.4

Fuente: Abal, 1998

⁷⁶ Además de los transformados propiamente tal, se incluyen algunos productos manufacturados de aluminio como estructuras, reservorios, latas y otros tipos de *containers*, recipientes para gases comprimidos o líquidos, utensilios domésticos y otras obras de aluminio

⁷⁷ En toneladas

⁷⁸ Las importaciones mundiales de transformados (18 billones de dólares) y de manufacturados de aluminio (9 billones de dólares) totalizaron cerca de 27 billones de dólares en 1996, en tanto que las importaciones mundiales de bauxita (1 billón de dólares) alúmina (4 billones de dólares) y aluminio primario (20 billones de dólares) alcanzaron cerca de 25 billones de dólares. UNCTAD, PCTAS, 1997

Aún en términos agregados, midiendo el comercio en dólares americanos, se constata en los cuadros 9 y 10, una vez más, el dominio de las economías avanzadas en las exportaciones de transformados y productos manufacturados de aluminio para los países de la OCDE en 1996. En el cuadro 11 se observa que además de los tres principales países productores, Italia, Suiza, Bélgica, Noruega, Venezuela y Holanda, también se destacan como importantes exportadores netos de transformados y manufacturados de aluminio.

Cuadro 9
IMPORTACIONES DE LA OCDE DE
TRANSFORMADOS POR PAÍS DE ORIGEN DE 1996
(en porcentajes)

Países	
Alemania	18.42
Estados Unidos	14.41
Francia	8.55
Canadá	6.09
Bélgica	5.86
Italia	5.42
Reino Unido	5.22
Holanda	4.77
Suiza	4.40
España	3.24
Austria	3.21

Fuente: UNCTAD, 1997, Pctas.

Cuadro 10
IMPORTACIONES DE LA OCDE DE
PRODUCTOS DE ALUMINIO POR PAÍS DE ORIGEN, 1996
(en porcentajes)

Países	
Alemania	20.62
Estados Unidos	13.87
Italia	7.75
Francia	2.84
Reino Unido	4.39
Holanda	1.24
Suiza	8.13
Canadá	2.06
Bélgica	1.74
Dinamarca	0.41
Austria	1.34
Suecia	1.95
España	1.59

Fuente: UNCTAD, 1997, Pctas.

Cuadro 11
SALDO COMERCIAL DE LOS
TRANSFORMADOS Y MANUFACTURADOS
DE ALUMINIO POR PAÍS, 1996

(en millones de dólares)

Países	
Estados Unidos	824
Alemania	682
Italia	402
Suiza	306
Bélgica	247
Noruega	242
Venezuela	151
Holanda	124
Japón	86

Fuente: UNCTAD, 1997, Pctas.

Sin embargo, se verifica que ninguno de esos países es exportador neto en todos los segmentos de transformados, ya que existe una nítida tendencia a la especialización.⁷⁹ Alemania, Estados Unidos y Japón concentran sus exportaciones netas de transformados básicamente en laminados (planchas y hojas) de aluminio. Esos segmentos se caracterizan por sustanciales economías de escala a nivel de las plantas y empresas⁸⁰ y proveen las industrias de transporte, embalajes, bienes de consumo y máquinas y equipamientos. El enorme peso de esas industrias consumidoras de transformados en los países antes mencionados⁸¹ parece una vez más sugerir, a pesar del elevado grado de agregación del análisis, que las condiciones de la demanda interna (y regional) ejercen un papel fundamental para la localización y competitividad de la industria de transformados. Como se comprueba en el cuadro 13, la industria de transporte es la principal consumidora de aluminio en Alemania, Estados Unidos y Japón además de Francia y España.

⁷⁹ Para cada tipo de producto de aluminio, existe un tipo específico de aluminio transformado. Por ejemplo, las latas para bebidas se producen a partir de hojas de aluminio y no de cualquier tipo de plancha de este metal. Otro ejemplo es el aluminio que se emplea en la aviación que requiere un tipo específico de pegamento diferente del aplicado, por ejemplo, en puertas de aluminio. También existe una amplia gama de productos de aluminio para aplicaciones bastante específicas, requiriendo algunas de ellas de alta tecnología. Los tubos de alta precisión y los perfiles multicanales utilizados en la fabricación de radiadores, calentadores y condensadores de aire acondicionado son ejemplos de aluminio de alta tecnología. En síntesis, además del aluminio primario, existe una gran diversidad de transformados y manufacturados de aluminio, cada uno proyectado para un conjunto de aplicaciones específicas.

⁸⁰ Véase Abal 1999, p.13.

⁸¹ Véase Porter, 1990, capítulos 7, 8 y 9.

Cuadro 12
COMPARACIÓN DEL CONSUMO POR SECTOR, 1997

Sector	Construcción Civil		Transportes		Industrias de Electricidad		Bienes de consumo		Embalajes		Máquinas y equipamientos		Otros		Total	
	1000t	%	1000t	%	1000t	%	1000t	%	1000	%	1000	%	1000t	%	1000t	%
Países																
Alemania */	249	20.1	435	35.1	64	5.2	48	3.8	124	10.0	114	9.2	205	16.5	1 239	100
Brasil	110	17.0	130	20.1	76	11.8	58	8.9	180	27.8	24	3.8	69	10.7	647	100
España */	15	6.7	86	37.1	19	8.1	12	5.0	74	32.1	14	6.1	12	5.0	231	100
Estados Unidos	1 325	14.9	2 990	33.7	708	8.0	694	7.8	2 220	25.0	626	7.1	318	3.6	8 881	100
Francia */	83	13.9	247	41.1	75	12.4	24	4.0	65	10.8	31	5.1	76	12.6	600	100
Italia **/	304	29.9	252	24.8	88	8.6	108	10.6	123	12.1	84	8.3	57	5.6	1 016	100
Japón	943	23.8	1 268	32.0	264	6.7	509	12.9	425	10.7	146	3.7	403	10.2	3 957	100
Reino Unido */	66	15.5	95	22.1	18	4.1	16	3.7	107	25.0	37	8.7	89	20.9	427	100

Fuente: ABAL, 1998.

*/ Datos de 1996.

**/ Datos de 1998.

Esa tendencia a la especialización, también se produce en el comercio de los manufacturados de aluminio.⁸² Nuevamente los países tienden a ser exportadores netos de algunos productos e importadores netos de otros. Italia, mayor exportador neto de productos de aluminio, concentra su saldo comercial en utensilios domésticos y otros productos para la construcción civil (puertas, ventanas y estructuras).⁸³ Como se observa en el cuadro 12 el área de construcción civil es lejos la principal consumidora de aluminio en Italia.

Por lo tanto la proximidad con las grandes industrias consumidoras de segmentos específicos en la industria de transformados y de productos de aluminio parece ser uno de los factores determinantes de la localización y competitividad de esos segmentos. Además de los beneficios de economías de escala en las industrias de los transformados y productos de aluminio, es bastante probable que esa industria también se beneficie de las externalidades positivas, estáticas y dinámicas, de las industrias consumidoras. Cabe resaltar que de hecho es en la venta a las industrias consumidoras de transformados, que la industria de aluminio enfrenta la competitividad con sus productos sustitutos, tales como el plástico, el vidrio y otros metales (especialmente hierro, acero y cobre). Los constantes cambios en las necesidades de los diversos segmentos de la industria aeroespacial, aeronáutica, ferroviaria, automovilística, de embalajes, electrodomésticos y de máquinas y equipamientos, solo por citar algunas, y la competitividad con productos sustitutos exigen una permanente mejoría de las características (precio, plazo, atributos físico-químicos, calidad, etc.) de los transformados y manufacturados de aluminio. La proximidad con las industrias y mercados consumidores debe, por lo tanto, facilitar el mejoramiento de los productos.⁸⁴

Brasil es un importador neto de transformados de aluminio, especialmente en función del gran aumento del consumo y de las importaciones de laminados (planchas y láminas)⁸⁵ en la segunda mitad de los años noventa, no obstante el crecimiento de la producción interna. Como se observa en el cuadro 12, la industria de embalajes es la mayor consumidora de aluminio en el Brasil, siendo responsable por más de la mitad del consumo de planchas y laminas. En el resto de los productos, la producción brasileña tiende a ser igual o algo inferior al consumo interno, excepto en hilos y cables y en fundidos y forjados, productos que el Brasil se caracteriza como exportador neto.⁸⁶ Brasil también es exportador neto de utensilios domésticos. Las exportaciones brasileñas de transformados y manufacturados de aluminio se concentran en general fuertemente en los países del Mercosur, excepto, una vez más, para hilos y cables fundidos y forjados.

La industria de transformados en Brasil aún es bastante heterogénea, disponiendo de empresas de gran tamaño que utilizan tecnología de punta y empresas de pequeño tamaño que utilizan procesos rudimentarios de producción. La estructura de mercado tiende a concentrarse en la fabricación de planchas, hojas, bisagras y tubos para aerosol, y en hilos y cables, donde las economías de escala son sustanciales. Por otro lado, la fabricación de extrudados, fundidos y utensilios domésticos la realiza un número significativo de empresas, las que se encuentran

⁸² Algunos productos son clasificados solamente por su uso y no por el material utilizado. Los productos seleccionados son aquellos que pudieran identificarse claramente como producidos con aluminio. Ellos son: estructuras de aluminio para ventanas y puertas, otras estructuras de aluminio, reservorios, latas y otros *containers* de aluminio (incluyendo container para gas), hilos, cables no aislantes, clavos, tornillos, clips y otros artículos similares, utensilios domésticos y productos para baños.

⁸³ Esto es consistente con las condiciones de demanda interna de Italia que, según Porter, se notan por el gusto, estilo y diseño sofisticados, particularmente, en los productos para el hogar como muebles, lámparas, electrodomésticos, para cocina, cerámicas, lozas y ferretería de cocina y baños y de utensilios domésticos (ollas, refrigeradores, etc.) Porter (1990), p. 421-453.

⁸⁴ La Kaiser, por ejemplo es una entre cinco compañías que firmaron un acuerdo de provisión exclusivo por 10 años con la Boeing en los Estados Unidos. La Alcan tiene un acuerdo de proveer por 10 años a la General Motors. El proceso de reciclaje es otra área donde será esencial el trabajo conjunto de la industria metalúrgica y sus clientes.

⁸⁵ Especialmente las planchas para la fabricación de latas de aluminio para la industria de bebidas.

⁸⁶ La industria de hilos y cables también es responsable por el saldo neto de Venezuela en transformados y manufacturados de aluminio. El precio medio de exportación de hilos y cables de Brasil es el más bajo entre los transformados y su precio es poco más de 150 dólares por toneladas sobre el precio del aluminio primario.

localizadas especialmente en el Sur y Sudeste del país, aunque algunas pocas lo estén en los Estados de Bahía, Pernambuco, Ceará y Pará.⁸⁷

Observando la lista de los mayores países exportadores de maquinaria para trabajar metales.⁸⁸ para la OCDE en el cuadro 13, se comprueba una vez más la presencia de uno de los tres principales países productores, consumidores y exportadores netos (en cantidad) de transformados y manufacturados de aluminio. Además de esto, los mayores países exportadores de maquinaria para trabajar metales tienden a destacarse en sus más diversos tipos.⁸⁹ En la práctica los proveedores de esa maquinaria tienden, en general, a atender las diferentes industrias metalúrgicas (aluminio, acero y otros metales no ferrosos) reflejando una base técnica común de esas industrias, y las evidencias estadísticas que revelan que los países tienden a ser exportadores de una gran gama de maquinaria para trabajar metales, o sea, no son especializados por tipo de maquinaria lo que indica que las industrias de transformados y de productos manufacturados de aluminio, también deben beneficiarse significativamente de externalidades estáticas y dinámicas con las demás industrias metalúrgicas y con las industrias de maquinarias para trabajar metales.⁹⁰

Cuadro 13
IMPORTACIONES DE LA OECD DE
MÁQUINAS PARA TRABAJAR METALES
POR PAÍS DE ORIGEN, 1996

(en millones de dólares)

Japón	20.98
Alemania	20.62
Estados Unidos	13.87
Suiza	8.13
Italia	7.75
Reino Unido	4.39
Taiwán	2.91
Francia	2.84
Canadá	2.06
Suecia	1.95
Bélgica	1.74
España	1.59
Austria	1.34
Corea	1.27
Holanda	1.24

Fuente: UNCTAD, 1997, Pctas.

Por otro lado, los datos también permiten concluir que países con importantes reservas de bauxita, siendo incluso importantes productores de aluminio primario, como Brasil y Australia, no tienen un papel destacado en el abastecimiento de máquinas para trabajar los metales. Brasil ocupa el No.18 como proveedor de máquinas para el mercado de la OECD, no obteniendo una posición destacada en ninguno de los ítems.

Australia, a su vez, no llega a figurar entre los 20 mayores proveedores del mercado de la OECD.⁹¹

⁸⁷ Abal, 1999, páginas 2 y 15.

⁸⁸ Las máquinas para trabajar metales corresponden al ítem 73 de la clasificación del SITC (UNCTAD, 1997, PCTAS).

⁸⁹ SITC 73, metalworking machinery a 4 dígitos.

⁹⁰ Según Porter, Alemania, Japón, Estados Unidos e Italia contaban con cluster metalúrgicos competitivos internacionalmente constituidos de industrias fabricantes de metales ferrosos, diversos metales no ferrosos y sus manufacturados, así como de diversas máquinas para esas industrias. Porter, 1990, páginas 359, 387, 425 y 512.

⁹¹ Los 20 mayores proveedores de máquinas para trabajar metales atienden a 96% de las importaciones de los países de la OECD en este ítem (UNCTAD, 1997, PCTAS).

5. El mercado de maquinaria para la minería: otros hilos de la cadena

En contraste con lo que se observa en el comercio de maquinaria para trabajar metales, en el comercio de máquinas para la minería y construcción civil⁹² algunos países se alternan en liderazgo entre los mayores exportadores de diferentes tipos de maquinaria.⁹³ Los Estados Unidos lideran las exportaciones para la OCDE en 1996 con una participación de 16% en general y en siete de los 22 tipos de máquinas para la minería y construcción civil. Alemania fue el tercer mayor exportador con 14.5%, liderando en nueve tipos de máquinas. Japón fue el tercer mayor exportador con 12.5%, liderando en tres tipos de máquinas.⁹⁴ El Reino Unido y Canadá también fueron líderes cada uno en un tipo de maquinaria,⁹⁵ a pesar de ser 4° y 9° mayores exportadores en general en el sector, respectivamente.

Brasil aparece como el 16° mayor exportador para la OCDE de máquinas para la minería y construcción civil, con menos del 1% de ese mercado. En tanto, Brasil es el segundo mayor exportador de máquinas para remover material (*scrapers*) para la OCDE, con 30% de ese mercado. Los Estados Unidos lideran ese segmento del mercado con 40%. Brasil tiene aún participaciones significativas en las exportaciones para el OCDE de *graders* y *levellers* (7%), *bulldozers* y *angledozers* (5%) y *scrapers not self propelled* (4%).

En las exportaciones de máquinas para minería y construcción civil para los principales países de América Latina en 1996,⁹⁶ Brasil ocupaba la segunda posición entre los mayores exportadores con 10% del mercado, superando a Japón, Canadá y Alemania. Los Estados Unidos fueron los mayores exportadores para la región, excepto en tres tipos de maquinaria: *graders and levellers*, *scrapers not self propelled* y *coal or rock cutters and tunnelling machinery*. Brasil fue líder en las exportaciones de los dos primeros tipos de máquinas y Alemania fue el mayor exportador en el último.

⁹² La maquinaria para la minería se agrupan a la maquinaria para la construcción civil, ya que es muy difícil diferenciarlas. Las máquinas para la construcción civil corresponden al ítem 723 de la clasificación SITC (UNCTAD, PCTAS, 1997)

⁹³ Incluye los siguientes ítems del SITC a 5 dígitos: *bulldozers and angledozers; graders and levellers; front-end shovel-loaders; mechanical shovels, excavators and shovel loaders with a 360° degree revolving superstructure; other self-propelled mechanical shovels, excavators and shovel-loaders; scrapers; tamping machines and road rollers; coal and rock cutters and tunnelling machinery; other boring or sinking machinery; other moving, grading, levelling, scraping, excavating, compacting or extracting machinery, for earth, minerals or ores, self-propelled; pile-drivers and pile extractors; snow-ploughs and snow-blowers; coal and rock cutters and tunnelling machinery, not self-propelled; other boring or sinking machinery, not self-propelled; tamping or compacting machinery, not self-propelled; scrapers, not self-propelled; other moving, grading, levelling, scraping, excavating, compacting or extracting machinery, for earth, minerals or ores, not self-propelled; machinery for public workers, building or the like, n.e.s.; buckets, shovels, grabs and grips; bulldozer or angledozer blades; parts for boring or sinking machinery; and other parts for construction and mining machinery*

⁹⁴ *Mechanical shovels, excavators and shovel loaders with a 360° degree revolving superstructure; pile-drivers and pile extractors; e bulldozer or angledozer blades*. En 1985 Japón contaba con el 51% del mercado de bulldozers de auto propulsión - PORTER, 1990, p.441

⁹⁵ El Reino Unido en “*other self-propelled mechanical shovels, excavation and shovel-loaders*” y Canadá en “*snow-ploughs and snow-blowers*”.

⁹⁶ Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela. No había datos disponibles para las importaciones de Colombia, Uruguay y Paraguay en 1996.

VI. Las empresas de la cadena de aluminio

1 Concentración y verticalización en el mercado internacional del aluminio

La producción de la cadena de bauxita-alúmina-aluminio primario es fuertemente concentrada en un grupo relativamente pequeño de empresas, excepto en China y el Este Europeo, donde aún predominan empresas pequeñas y medianas.⁹⁷ En efecto, cerca de 10 grandes grupos multinacionales controlan la mayor parte de las 120 refinerías en el mundo y responden por más del 50% de la producción mundial.

La Alcoa, *Aluminium Company of America*, empresa transnacional con base en los Estados Unidos (Pittsburg), es líder en la producción de alúmina primario en el mundo, empleando a más de 100 mil personas en 1998, en aproximadamente 250 unidades operacionales distribuidas en 30 países. Le sigue la *Alcan Aluminium Limited*, Alcan, con sede en Canadá (Quebec), y con fábricas en diversos países. Estas dos empresas responderían por más de un cuarto de la producción mundial. Otros importantes grupos productores, excluyendo a los brasileños y sus respectivas capacidades de producción se muestran en el cuadro 14. Esos grupos responden por alrededor del 64% de la capacidad de producción de aluminio primario en el mundo.

⁹⁷ En China existen alrededor de 100 refinerías de pequeño tamaño (BNDES, 1999).

Recientemente la Alcan intentó funcionar con la Pechiney (francesa) y la *Alusuisse-Algroup* (Suiza),⁹⁸ casi al mismo tiempo en que la Alcoa Inc. adquiría la *Reynolds Metals Co.* (Richmond, Estados Unidos) tercer mayor productor mundial de aluminio primario. Esas dos empresas responderían por 54% de la capacidad occidental de producción de alúmina⁹⁹ y 38% de la capacidad de reducción del metal.¹⁰⁰

Todos esos grandes grupos productores tienden a ser integrados verticalmente, operando desde la extracción de bauxita hasta la producción de transformadores y productos acabados de aluminio.¹⁰¹ La Alcan, por ejemplo, concentra una cuota significativa de su producción en el sector de laminados de aluminio.¹⁰² De hecho, la empresa es compradora neta de aluminio primario, o sea, además de laminar su propio aluminio, también lamina el metal de terceros. En otras palabras, la Alcan es una de las empresas que más se verticalizaron hacia adelante, concentrando buena parte de sus actividades *downstream* en la cadena, (véase cuadro 15). La *Billiton PLC* (Británica) y la Río Tinto (COMALCO), también son conocidas por su especialización en las actividades aguas abajo.

La verticalización hacia atrás tiene como principal objetivo garantizar el abastecimiento y la estabilidad de los precios de las materias primas, en tanto que la verticalización hacia adelante tiene como objetivo la estabilidad de los precios y la búsqueda de productos con mayor diferencia y rentabilidad. En ambos casos se busca reducir los costos de transacción en industrias muy concentradas. Por lo tanto se trata de una razón clásica para la verticalización e internacionalización de la producción.¹⁰³ La lógica de las fusiones ha sido la de aumentar los beneficios de escala estáticas y dinámicas y agregar masa crítica para desarrollar productos con mayor valor agregado, ampliar la capacidad de atender demandas en cualquier parte del mundo, cortar duplicaciones y costos (especialmente en fletes), aumentar la eficiencia en general, y atender y negociar con clientes también cada vez mas globales y en menor número, como los de las industrias automovilística y aeronáutica.

Además de los procesos de fusiones y adquisiciones, las empresas han intentado realizar acuerdos entre sí y sus clientes, de manera de desarrollar tecnología, estabilizar la demanda y los precios de sus productos. La Kaiser, por ejemplo, es una de las cinco compañías que firmaron un acuerdo de 10 años de suplemento exclusivo para la Boeing, la Alcan tiene un acuerdo de 10 años con la GM que garantiza la oferta de sus productos y deja a la GM hacer hedge sobre los riesgos de variaciones en los precios. El acuerdo involucra 3 billones de dólares y tiene como objetivo desarrollar automóviles mas livianos, mas económicos y menos contaminantes. La Norsk Hydro es una empresa de origen noruego y cuyo core business está en las áreas de energía (petróleo) agribusiness (fertilizantes y piscicultura —mayor compañía de acuicultura del mundo—) y metales livianos (aluminio y magnesio). Sus empresas de aluminio son relativamente débiles en las fases iniciales de la cadena (upstream) y por ello la Hydro realizó un acuerdo de 10 años con la Vale do

⁹⁸ Estas empresas en conjunto alcanzan un total de ventas de más de 20 billones de dólares y operaciones en 59 países. Además de bien posicionadas en la producción de aluminio primario a bajo costo, el grupo sería líder en áreas que han experimentado gran expansión, como ser el farmacéutico, cuidados personales, alimentos y cosméticos. La fusión no se dio en función de restricciones impuestas por la agencia reguladora de la política anti trust de la Unión Europea

⁹⁹ Solamente la Alcoa abastece cerca del 23% del consumo de alúmina de Occidente

¹⁰⁰ El total de ventas conjuntas de estas empresas fue de 20.5 billones de dólares en 1998, siendo 15 billones de dólares de la Alcoa

¹⁰¹ Las grandes empresas de la industria de aluminio tienen a operar en todas las etapas de la cadena, a través de empresas afiliadas, asociadas o en *joint ventures*.

¹⁰² Casi 90% del volumen de producción de aluminio transformado por la ALCAN está compuesto de laminados tales como planchas, hojas y embalajes flexibles

¹⁰³ *"If one firm (the upstream" firm) produces a good that is used as an input for another firm (the "downstream" firm), a number of the problems can result. For one thing, if each has a monopoly position, they may get into a conflict as the downstream firm tries to hold price down while the upstream tries to raise it. There may be problems of co-ordination if demand and supply is uncertain. Finally, a fluctuating price may impose excessive risk on one or the other party. If the upstream and downstream firms are combined into a single "vertically integrated" firm, these problems may be avoided or at least reduced". Véase Krugman y Obstfeld (1994), p.160.*

Río Doce para la compra de aluminio primario. En julio de 1999, firmó un acuerdo para adquirir el 25.3% de la Alunorte, empresa del grupo CVRD que produce alúmina.

Todo indica que las empresas de la industria del aluminio deberán dividirse entre aquellas que sólo producen en las primeras etapas de la cadena (bauxita-alúmina-aluminio primario) y los fabricantes de productos transformados y terminados de aluminio que, en los casos como los de productos para la industria aeronáutica, o aluminio primario representa menos del 20% del costo total de fabricación.

Cuadro 14
PRINCIPALES PRODUCTORES DE
ALUMINIO PRIMARIO EN EL MUNDO

Productores	Capacidad de Producción (toneladas/año 1999)
Alcoa	3 382 735
Alcan	1 611 490
Reynolds	1 181 065
Billiton	886 890
Pechiney	828 827
Hydro	745 749
Comalco (Rio Tinto)	659 654
Aluminium Bahrain	537 515
CVG	520 482
Kaiser	510 413
VAW	421 421
Dubai	424 433
Ormet	256 256
Alusuisse	254 254

Fuente: CRU International - Financial Times.

Cuadro 15
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE
ALÚMINA Y LAMINADOS DE ALUMINIO
(1000 toneladas/año)

	Alúmina	Laminados
Alcoa	13 120	2 725
Reynolds	2 986	251
Alcan	3 497	2 250
Pechiney	2 030	625
Alusuisse	1 236	355

Fuente: CRU International - Financial Times.

2. Verticalización de las empresas de aluminio en el Brasil

Las grandes empresas del sector que operan en Brasil también tienden a ser verticalizadas, operando desde la extracción de la bauxita hasta la producción de transformados de aluminio.

Este es el caso, por ejemplo, de la subsidiaria en Brasil de la Alcoa. La empresa tiene 13 fábricas repartidas en diversos Estados (Santa Catarina, Sao Paulo, Minas Gerais, Pernambuco y Maranhão), emplea cerca de 7 500 empleadas con un total de ventas de 1.2 billones de dólares en 1999 (cerca de 5% de las ventas totales). Ella posee yacimientos de bauxita en Poços de Caldas (MG) y participa como accionista de la MRN, obteniendo cerca del 13% de su producción de bauxita. Produce alúmina tanto en Poços de Caldas como en São Luis de Maranhão en su empresa Alumar —Aluminio de Maranhão—. Esa empresa, que también tiene la Billiton y la Alcan como

socias, posee la mayor planta de producción de aluminio primario en el país con capacidad para 362 mil toneladas/año.

La Alcoa en Brasil tiene asociaciones con la *Phelps Dodge* de Brasil y Alcatel Cabos y, además de la bauxita, alúmina y aluminio primario, produce también tarugos, productos químicos, polvo de aluminio, perfiles extrudados (tal vez su mayor especialización), hilos y cables eléctricos, planchas para carrocerías de ómnibuses y camiones y piezas fundidas principalmente para el sector de auto piezas.

La Alcan Aluminio del Brasil, subsidiaria de la Alcan Aluminium Limited, posee cinco fábricas en el Brasil que emplean cerca de 2 500 personas en los Estados de São Paulo (Santo André y Pindamonhagaba), Minas Gerais (Ouro Preto) y Bahía (Saramenha y Aratú). La empresa extrae bauxita en Ouro Preto, además de tener participación de 12% en la MRN. Su producción de alúmina está en Ouro Preto y en Sao Luis (10% de Alumar) y su producción de aluminio primario se localiza en Ouro Preto y en Aratú. La Alcan de Brasil está integrada hacia adelante, siendo líder nacional en la producción de laminados,¹⁰⁴ siendo la única que produce planchas para la fabricación de latas para la industria de bebidas, además de atender a las industrias de embalajes descartables (hojas finas), industria automovilista y de construcción civil. La empresa también tiene gran capacidad para reciclar latas de aluminio y tiene un proyecto para la producción de energía eléctrica en Ouro Preto.

La Compañía Brasileña de Aluminio (CBA), es otra empresa que opera de manera totalmente integrada, desde la extracción de bauxita, pasando por las producciones de alúmina, lingotes de aluminio primario, tarugos, placas, varillas de aluminio fundido, productos semiterminados como laminados (planchas, bobinas y hojas de aluminio), extrudatos (perfiles) y trefilados y productos finales como telas. De hecho, la empresa es la tercera mayor fabricante de laminados y extrudados del país y líder en el segmento de hojas o papel de aluminio. Además de esto, la CBA produce su propia energía eléctrica. Su capacidad de producción de 230 mil toneladas de aluminio primario está concentrada en Sao Paulo, sin embargo, sus reservas de bauxita están en Poços de Caldas (Minas Gerais).

La *Billiton PLC* opera en Brasil como accionista de Alumar, produciendo aluminio primario y alúmina. La Hydro Aluminio, a su vez, concentra sus actividades en Brasil en la producción de productos manufacturados de aluminio. Su fábrica situada en Itú, al interior de Sao Paulo, produce 10.5 mil toneladas de manufacturados de aluminio y es una de las líderes en el área de la extrucción de aluminio. Además de perfiles, la empresa también fabrica productos especiales para sistema de refrigeración automotriz, de escuadras y fachadas usadas en la construcción. Los tubos de alta precisión y los perfiles multicanales son dos grandes destacados de la producción de la empresa, debido a la alta tecnología utilizada en la fabricación. Esos productos se destinan a la industria de partes de automóviles, para la fabricación de radiadores, *heaters* y condensadores de aire acondicionado. Los tubos de aluminio revestidos con *nylon hycot* son especialmente usados en los sistemas de transmisión de combustibles y transmisión hidráulica.

¹⁰⁴ De hecho, la mejor laminadora de América Latina.

3. Las empresas de la cadena de aluminio de Compañía Vale do Río Doce en el Estado de Pará

3.1 Compañía Vale do Rio Doce (CVRD)

A pesar de destacarse internacionalmente por su actuación en el área de la minería de hierro, la Compañía Vale do Río Doce (CVRD) es una empresa que actúa en diversas áreas relacionadas, explotando y utilizando recursos naturales tales como los de el propio mineral de hierro y la siderurgia: minería y metalurgia de aluminio; madera, papel, celulosa; fertilizantes; y transporte ferroviario y de navegación.

El nexo entre esas actividades y la principal competencia de la empresa es su capacidad de administrar la logística de extracción, beneficiamiento de recursos naturales y transportes de esos productos hasta los grandes centros consumidores en todo el mundo. Otro importante punto en común entre esas actividades y productos es que ellas son comercializadas para un número reducido de compradores, especialmente, a través de contratos de largo plazo. Esto hace que la empresa cuente con una estructura de ventas muy simple, ya que la comercialización no es sólo al por mayor, sino siempre en gran escala, concentrada en el tiempo y en pocos clientes.¹⁰⁵ Cualquier actividad o productos cuya *comercialización no corresponda a esas características está definitivamente fuera del “core business”* de la empresa.

El secreto y la rentabilidad del negocio está en reducir permanentemente costos y realizar alianzas estratégicas y contratos de largo plazo de manera de garantizar la comercialización de grandes volúmenes de productos a precios constantes.

La CVRD era una empresa estatal hasta que se privatizó en 1997, cuando asumió su control un grupo de empresas ligadas a diferentes sectores como siderurgia, bancos y fondos de pensión.

3.2 Vale do Rio Doce Aluminio S.A. (ALUVALE)

La Aluvale es la empresa holding de las empresas de aluminio de la Vale do Rio Doce y tiene participación en la Minera Río do Norte (bauxita), en la Alunorte (alúmina) en Albras (aluminio primario) y en la Valesul (aluminio primario). Las tres primeras se encuentran en el Estado de Pará, en la región norte de Brasil, en tanto que la Valesul está localizada en el Estado de Río de Janeiro. Toda la comercialización y administración financiera de las empresas de la Aluvale está concentrada en su oficina en Río de Janeiro. La Aluvale/CVRD es un agente de tamaño medio en la industria mundial del aluminio, con una operación integrada en la cadena bauxita/aluminio primario, por lo tanto, se limita a las actividades *aguas arriba* de la industria.

3.3 Minera Río do Norte S.A. (MRN)

Objetivos e historia

La MRN entró en funcionamiento en 1979 y fue la primera entre las empresas de la cadena de aluminio bajo control de la Vale do Río Doce que se implantó. La empresa se dedica a la extracción, beneficiamiento y venta de bauxita.

¹⁰⁵ La Albras, por ejemplo, emite cerca de dos facturas por mes, aunque exporta cerca de 500 millones de dólares de lingotes de aluminio por año.

Localización

La empresa se encuentra junto a las reservas de bauxita que se descubrieron a finales de los años sesenta¹⁰⁶ y que en la actualidad están estimadas en un billón de toneladas. Las principales minas se encuentran en diversas mesetas cerca de 90 a 100 metros sobre el nivel del mar, situados en medio de la floresta amazónica y en los márgenes del Río Trompetas, afluente a la izquierda del Río Amazonas, en el Municipio de Oriximiná, en el norte del Estado de Pará.

En realidad se trata de una área distante de cualquier ciudad e incluso pueblos, como los del municipio de Oriximiná, son relativamente distantes (más de 2 horas en bote). Por lo tanto, los empleados de la empresa o cualquier persona que preste servicios a la MRN, que totalizan una población de aproximadamente seis mil personas, viven en el complejo de Puerto Trombetas. Este lugar cuenta con escuelas, hospital, sistema de comunicación vía satélite, abastecimiento de agua y tratamiento de alcantarillado. Además de ello cuenta con un aeropuerto y puerto, y no permite la entrada a personas que no sean invitados. Igualmente la tripulación de los barcos que embarcan la bauxita no pueden desembarcar sin autorización. Existe, por lo tanto, una población ribereña¹⁰⁷ en los márgenes del río Trombetas, que se moviliza en pequeñas embarcaciones y que vende alimentos (especialmente, pesca) en el mercado situado junto al puerto y presta servicios internos a los residentes del complejo.

Las residencias se sitúan próximas al puerto de embarque de la mina. También existe un ferrocarril para el transporte de bauxita conectado a los 30 kms. que separan la mina del puerto.

Datos básicos de la MRN

Inicio de las operaciones: 1979
Ubicación: Puerto Trombetas, Oriximiná, Pará
Personal en 1998: 946 empleados
Producción en 1998: 10 101 mil toneladas

Fuente: Relatorio Anual de MRN, 1998.

Accionistas o clientes

La Compañía Vale do Rio Doce, a través d Aluvale, posee 40% de las acciones ordinarias (con derecho a voto) de la MRN. El resto de las acciones es repartida entre algunas de las mayores empresas productoras de aluminio primario del mundo, (véase cuadro mas abajo) y la Compañía Brasileña de Aluminio, empresa nacional perteneciente al Grupo Votoratim.

COMPOSICIÓN ACCIONARIA DE MRN

(acciones ordinarias, en porcentajes)

Vale do Río Doce Aluminio S.A.	40.00
Billiton Metais	12.50
Alcan Aluminio do Brasil Ltda.	12.50
Compañía Brasileña de Aluminio	12.50
Alcoa Aluminio S.A.	8.12
Norsk Hydro Comercio e Industria Ltda.	5.00
Reynolds Alumnio do Brasil Ltda.	5.00
Abalco S.A.	4.37

Fuente: Relatorio anual del MRN, 1998

¹⁰⁶ El descubrimiento de las primeras grandes reservas comerciales de bauxita en la Amazonia fue realizada por la Alcan en 1967

¹⁰⁷ Esa población descende de antiguos esclavos que trabajaban el cacao en la región de Santarem a finales del siglo XIX y que huyeron de sus ex-colonos y de las poblaciones indígenas que ocupaban el área, subiendo el río Trombetas en dirección al norte del país. Ese grupo de gente de color, poco a poco, a lo largo del siglo XX, retornaron a las fuentes del río en la región norte del país y ocuparon de manera dispersa las márgenes del río. Uno de los operadores de las cuatro *drag lines* de la MRN tiene origen en esa población ribereña y fue entrenada dentro de la empresa. Cabe resaltar que esos operadores de *drag lines* precisan saber manejar todos los equipos de movimientos de tierra, siendo la función de técnico industrial la más alta dentro de la empresa.

Según el relatorio de la MRN, “las ventas de la mina, se realizan por los propios accionistas de éste, o a través de ellos, y para las empresas ligadas, son regidas, principalmente por contratos de largo plazo, que establecen condiciones equivalente para los mismos. Las cantidades vendidas a cada empresa son confirmadas anualmente y pueden variar ligeramente. Los precios pactados, en dólares norteamericanos, se calculan según formulas específicas. Los ingresos provenientes de la venta del mineral tienen plazo de vencimiento de 30 días.”¹⁰⁸

En 1998, las ventas de las empresas alcanzaron 9 966 mil toneladas, de lo que 59% para el mercado interno y 41% para el mercado externo. Las cualidades medias de alúmina y sílice relativa fueron de 50.04% y 3.10% respectivamente, atendiendo plenamente los requisitos contractuales.

Por lo tanto, el MRN tiene un mercado cautivo, cuyos clientes son sus accionistas y cuyas compras “takes” se dan en función y en la proporción de la participación de ellos en el capital de la empresa. Esta tendencia a la verticalización es creciente en todo el mundo. Además para evitar la incidencia de impuestos y otros costos asociados a la comercialización de bienes, también existe la tendencia a tornar la minería de bauxita una prestación de servicio, quedando las empresas propietarias de parte de la producción de la mina, al revés de los accionistas. Esas empresas no requeriría comprar la bauxita, ya que serían propietarias directas del mineral, pero pagarían a la empresa por la producción y beneficiamiento del mineral, de la misma forma que pagan a las empresas de navegación por su transporte.

Proceso de producción y competitividad

La calidad de la bauxita y su bajo costo de extracción hacen de la Minera Río do Norte una empresa bastante competitiva. La empresa se beneficia de economías de escala, ya que se trata una de las mayores minas en operación, y de una organización técnica eficiente, lo que le permite operar con costos bajos, a pesar de las dificultades logísticas asociadas a su localización y al hecho que el mineral no se encuentra en la superficie del terreno.

El proceso de extracción de bauxita en la región comienza con el corte de los árboles de la floresta y la obtención y comercialización de madera de buena calidad. Las ramas y material orgánico, que se localizan en la superficie del terreno y a una profundidad de 30 a 50 cm, son removidos y guardados para ser aprovechados posteriormente durante la fase de reforestación. La bauxita se sitúa a una profundidad de cerca de ocho metros de espesor. Los ocho metros que separan la capa de material orgánico del mineral están compuestos de tierra o arcilla. Por lo tanto, la producción de la bauxita en la región requiere enorme movimiento de tierra.

Diversos equipamientos pesados y de gran tamaño, como tractores, excavadoras y línea de dragado, todos importados,¹⁰⁹ se utilizan para el movimiento de tierra y extracción del mineral. Grandes hoyos y pilas de tierra y mineral se forman a lo largo del terreno donde se procesa la extracción. La operación se realiza 24 horas en tres turnos. Camiones de gran tamaño retiran el mineral de la mina y la colocan en correas transportadoras que las llevan hasta el local de chancado, lavado y secado para posteriormente embarcarlo en los vagones de ferrocarril.

El mineral se lleva por ferrocarril hasta las cercanías del puerto de embarque. A través de correas transportadoras, el mineral se transporta hasta el puerto y se embarca en los navíos a través de alimentadoras móviles de gran tamaño (*shiploaders*) Los navíos que transportan el mineral son transoceánicos y de gran calado (hasta 50 tdw). De hecho tanto el río Trombetas como el Amazonas son perfectamente navegables y los navíos llevan cerca de dos días transportando el mineral en esos dos ríos hasta el puerto de Villa do Conde, donde se encuentra localizada la Alunorte, o hasta el océano Atlántico.

¹⁰⁸ Minera Río do Norte.

¹⁰⁹ A pesar que Brasil es un importante productor y exportador de *Bulldozers* y *scrapers*, los equipos utilizados en la minería son importados, ya que son de gran tamaño y su demanda en el país es relativamente reducida.

No obstante que la extracción mineral de la bauxita es un proceso poco intensivo en tecnología, la constante exigencia del mercado debido a reducciones en los costos del producto, obliga a la empresa a un permanente esfuerzo de aprendizaje, perfeccionamiento y mejoría en la administración de la producción. De la misma forma, la empresa sufre una fuerte y constante presión para proteger el medio ambiente y no contribuir en la devastación de la floresta amazónica.

Interacciones y aprendizaje en la MRN

Capacitación de personal

Aunque una parte considerable de las reducciones de costos de MRN puedan atribuirse a la renovación de los equipos utilizados en el movimiento de tierra y del mineral, el principal diferencial de la empresa y su mayor esfuerzo de perfeccionamiento se concentra en la capacitación de sus recursos humanos. En esta última instancia, la optimización en el uso de los equipamientos y administración del proceso de producción depende de la calidad de los recursos humanos.

Con ese objetivo la empresa definió metas de perfil mínimo para cada cargo y acciones administrativas para lograrla en un período de cinco años (1998-2002). En diciembre de 1997, 51.1% de los empleados se encontraban fuera del perfil exigido por el cargo. En diciembre de 1999, sólo 32% del personal empleado se encontraba fuera del perfil exigido, porcentaje muy cercano a la meta prevista de 30.6%. En diciembre del 2002, la meta es que ningún empleado esté fuera del perfil mínimo exigido para cada cargo.

Para alcanzar las metas programadas, la empresa realizó contrataciones y/o promociones dentro del perfil mínimo exigido para cada cargo. También estimuló a los empleados para tomar cursos con el objeto de ampliar su educación formal, tales como la enseñanza individual de primero y segundo grado a distancia, proporcionados por la FUBRAE, enseñanza complementaria de primero y segundo grado ofrecidos por la Secretaría Estadual de Enseñanza, enseñanza complementaria profesional también proporcionado por la Secretaría Estadual de Enseñanza y cursos del SENAI. La empresa también posibilitó la enseñanza de tercer grado a distancia en Puerto Trombetas. Las escuelas técnicas federal de Pará y de Maranhão han sido las principales instituciones que han proporcionado entrenamiento profesional.

Para el tema de recursos humanos la empresa contó con la consultoría de una empresa con sede en Sao Paulo y, para la implementación de su programa de calidad (CCQ) contó con el apoyo de la Fundación Cristiano Otono de Belo Horizonte, Minas Gerais. Vale destacar, que el entrenamiento técnico específico se realiza dentro de la empresa, ya que el perfil para la contratación y promoción de personal se refiere sólo al nivel de educación formal.

Tecnología de proceso

Además de las interacciones para la formación y capacitación de su personal, la MRN también interactúa con sus accionistas y proveedores con la finalidad de mejorar su proceso de producción. Como ejemplos, se puede citar la contribución de la Alcan para los análisis de la dureza del suelo, delimitación de mesetas, estimación de reservas y calidad de muestras de bauxita, a través de tecnología de soldaje. Anteriormente, la empresa utilizaba pozos de 20 metros de profundidad y cerca de un metro de diámetro para el mismo fin. Definidos los procedimientos por la Alcan, toda la geotécnica aplicada es brasileña. El análisis cuantitativo y cualitativo de las reservas es fundamental una vez que la empresa precisa mantener óptimas y estables las características del mineral embarcado. En el momento, por ejemplo, la MRN está extrayendo mineral de una segunda meseta (Mina del Papagayo), con la finalidad de mejorar la calidad del mineral que es decreciente en el primer plateau (Mina de Saracá).

Otro ejemplo interesante de aprendizaje y progreso técnico a través de la interacción fue que se obtuvo con la Caterpillar, proveedora de grandes excavadoras D-11, que pasaron a ser equipadas

con dientes excavadores, evitando el costoso uso de dinamita en la mina. La MRN también se beneficia enormemente de sinergias con la CVRD, en cuanto a la selección y adquisición de equipamiento pesado, como excavadoras y camiones, todos importados. La CVRD también contribuye en la implantación y mantención de líneas ferroviarias e instalaciones portuarias.

Protección al Medio Ambiente

Recuperación de áreas mineras

Sin embargo, el proceso de aprendizaje a través de interacciones más interesante se debe al esfuerzo de la MRN en el tratamiento de los desechos y reforestamiento de las áreas devastadas a través de la recuperación de la fauna y flora originales. Cabe destacar, que las presiones para la empresa en cuanto a la protección del medio ambiente, se originan básicamente de los accionistas extranjeros que, a su vez, son presionados por los accionistas y sociedad en sus países de origen preocupados con la devastación de la amazonia. Las regulaciones nacionales son, en general, menos exigentes que los padrones adoptados por la empresa ya que la población local se encuentra dispersa y no sufre daños visibles.

Como se mencionó anteriormente, la producción de la bauxita comienza por destruir la floresta dejando en su lugar grandes hoyos y pilas de tierra. Considerando que el mineral está ubicado en capas de cerca de 3 metros de espesor sobre una gran extensión de tierra, y su extracción significa avanzar en la destrucción de la floresta, en la medida en que la mina se mueve horizontalmente.

Por lo tanto, la MRN analizó diversas alternativas de plantío para la recuperación de las áreas de extracción del mineral: especies exóticas (eucalipto), pasto, árboles frutales y especies nativas. Considerando la pobreza del suelo, se terminó optando por una política de recuperación de la floresta con las características y la biodiversidad de la mata original.

Este desafío de recuperar las áreas trabajadas, utilizando especies nativas en gran escala ha sido una experiencia pionera en la Amazonia y se inició en 1981. Desde entonces y hasta junio de 1999 fueron reforestadas 1 036 hectáreas, en tanto que el área total desmatada y sujeta a revegetación alcanzó 1 930 hectáreas, Por lo tanto, había una brecha de 894 hectáreas a ser reforestadas. Sin embargo, con mayor experiencia y con técnicas mejoradas, la reforestación se ha acelerado. Para tener una idea, el área reforestada en el primer semestre de 1999 fue cuatro veces mayor que el total reforestado en todo el año 1998.

Por lo tanto, más importante que el balance de áreas desmatadas y reforestadas, ha sido el proceso de aprendizaje sobre la composición y manera de recuperación de la floresta, de su fauna, flora y biodiversidad. Con la finalidad de evaluar científicamente los resultados que se han obtenido con los métodos de reforestación, la MRN creó, en 1995, un programa de monitoreo de reforestación. En 1996, se inició un plan quinquenal con evaluaciones anuales. Para ejecutar ese programa, la MRN estableció convenios con dos entidades reconocidas mundialmente: El Museo Paraense Emilio Goeldi y el Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazona (INPA).

Los principales parámetros considerados en el monitориamiento son:¹¹⁰

- i. Diversidad arbórea, número de especies en una determinada área;
- ii. Abundancia arbórea: número de árboles de una determinada especie en un área determinada;
- iii. Mortalidad: número de plantas que mueren;
- iv. Crecimiento diámetro: medida del diámetro del árbol, a 1.30 m. de altura;

¹¹⁰ Por ese monitoreo se invierte una media de 150 mil dólares por año.

- v. Area basal: área ocupada por las bases de las especies;
- vi. Riqueza de las especies: indica especies que nacen con el éxito vegetal y la colonización que realiza el viento, aves, murciélagos y otros animales.

En la reforestación se aprovechan las ramas y la capa de material orgánico retirados del terreno original. La MRN posee un vivero donde se producen los almácigos que se plantarán en las áreas mineras y preparadas para la reforestación. Para el desarrollo de esas matas¹¹¹ de especies nativas, la primera etapa es la recolección de semillas en las florestas nativas vecinas a la mina. El equipo de medio ambiente ha sido responsable por esa recolección, por lo tanto, en 1999, esas semillas pasaron a ser encargadas y compradas de las comunidades ribereñas, lo que aumentó la oferta y diversidad de especies y generó nuevas fuentes de renta a esa población.

“Después de la recolección, las semillas son beneficiadas, separadas y colocadas en las cajas. Se seleccionan las mejores plantas provenientes de las cajas donde se hicieron los almácigos, las que son replantadas en un saco con substrato compuesto por tierra, arcilla, estiércol y químicos. La mata recibe tratamiento integral tal como irrigación, poda, desmalezado y combate de plagas y enfermedades. Después de ese período viene el período de aclimatación. Esta es la fase en la cual la nueva mata sale de la sombra, al mismo tiempo que se reduce la irrigación, lo que hace que sufra lo menos posible cuando se traslade al campo”.¹¹² De acuerdo a investigaciones internas, que son coordinadas por un ingeniero químico de la propia empresa, formado en la Universidad Federal de Río de Janeiro, ha habido un considerable aumento en la producción y recolección de semillas, automatización del llenado de los sacos con substratos y mejoras técnicas en el beneficiamiento de semillas, especialmente en el proceso trasplante o aceleración de la germinación de la semilla.

Revegetación de los tanques de residuos

En 1986, la MRN inició la implantación de un sistema pionero de deposición de arcilla, residuo de la bauxita. Todo el desecho producido por el lavado del mineral es bombeado para reservorios especialmente contruidos para esa finalidad, ubicados en las propias áreas mineras, y que después de llenos son revegetados. Ese método elimina la posibilidad de contaminación de los ríos, lagos, etc.

Para viabilizar la implantación de tanques de residuos la MRN transfirió, en 1989, las instalaciones de beneficio del material de la región del puerto para la mina, próximo a los reservorios. En total la MRN gastó 82 millones de dólares para posibilitar la implantación de tanques. Consultores y especialistas en geotécnica de Belo Horizonte (Minas Gerais) también fueron contratados para el proyecto y ejecución de los tanques. A fines de 1998, se inició la revegetación del primer tanque de residuos de 25 hectáreas, a través del proceso de hidroponía. Actualmente las plantas se desarrollan y el paisaje verde ya comienza a dominar el primer tanque.

Para realizar esta vegetación se utiliza el principio de asociación entre diferentes especies de leguminosas y bacterias, para la captación y fijación en el suelo del nitrógeno atmosférico a ser usado por las raíces de las plantas y la asociación con hongos, para la ampliación de la capacidad y eficiencia de captura de micronutrientes del suelo, especialmente fósforo y agua. Tests de laboratorio y de campo se llevan a cabo para identificar especies leguminosas, bacterias y hongos que produzcan las mejores asociaciones y adaptación a las condiciones del suelo de las áreas de residuo, químicamente pobre y físicamente agresivo a la vida vegetal. Se realizan diversas otras pruebas con el objeto de perfeccionar esa tecnología de revegetación.

¹¹¹ En el primer semestre de 1999 se produjeron 450 mil matas de especies nativas, utilizando la capacidad máxima del vivero de Puerto Trombetas.

¹¹² Environment Report, Edición 01, junio de 1999, MRN.

A partir de 1991, la MRN pasó a contar con dos instituciones de investigación, a través del convenio para el desarrollo de esa tecnología: el Centro de Investigación en Agrobiología-EMBRAPA— (ubicado en Sao Paulo) y el Departamento de suelos de la Universidad Federal de Vico (ubicado en Minas Gerais). Hasta diciembre de 1998, las inversiones en investigación y desarrollo de esa tecnología alcanzaban a 450 mil dólares.

Antes de utilizar los reservorios y por casi 10 años (hasta 1989), los residuos del beneficio de la bauxita fueron lanzados en el lago Batata, lago natural cercano a las instalaciones industriales del puerto y villa residencial. El impacto ambiental en el lago por desechos sedimentados y en suspensión fue considerable. En 1987, la MRN inició los trabajos de monitoreo de ese lago a través de convenios con la Universidad Federal de Río de Janeiro y, actualmente, también con la Universidad Federal de Juiz de Fora (Minas Gerais).

A partir de 1993, se inició el proceso de recuperación del lago con la revegetación de áreas de iguapó (áreas que están expuestas durante el período de sequía, aproximadamente seis meses al año). Desde entonces y hasta junio de 1999, fueron revegetadas 45 hectáreas (de un total de 103 hectáreas a ser revegetadas), con la plantación de 174 565 matas y 29 especies. Se puede observar la fructificación de las especies que mejor se adaptaron a las condiciones del lago,¹¹³ ya que algunas matas sobrepasaron los 4 metros de altura. Existe baja tasa de mortalidad de especies plantadas, aumento de la tasa de cobertura vegetal en las áreas de revegetación e inicio de éxito natural en algunos plantíos. Las mediciones permanecen indicando la continúa mejoría de las aguas impactadas del lago, con la consecuente recolonización del área por peces.

Emisión de partículas sólidas

Para eliminar la emisión de partículas sólidas en la atmósfera (arcilla y bauxita fina) en los secadores de bauxita la MRN instaló lavadores de gases que precipitan las partículas en suspensión. Ese sistema funciona con alta eficiencia (superior a 98%) y, según la empresa, ese problema de polvo de las secadoras es un asunto superado desde 1982. El asfalto de las calles de Puerto Trombetas y la carretera del puerto a la mina también contribuyen a la reducción del polvo en el complejo.

La MRN posee cuatro estaciones para el monitoreo del material particulado en suspensión e inhalable en el área de influencia del complejo industrial de Puerto Trombetas y en la mina Saracá. Los resultados han sido satisfactorios.

3.4 Aluminio do Norte do Brasil S.A. ALUNORTE

Objetivo

La Alunorte entró en operación en julio de 1995, habiendo sido creada para producir y comercializar alúmina y, de esa forma, completar, junto con la MRN y la Albras, el ciclo de producción de bauxita-alúmina-aluminio en el Estado de Pará.

Localización

La empresa está localizada en el municipio de Barcarena, en el margen del río Pará, cerca de 40 km. de Belén y a 300 km. de Tucuruí. Estando al lado de la Albras, la empresa se beneficia de toda la infraestructura urbana, industrial, de abastecimiento de energía eléctrica, de telecomunicaciones y de transporte de la Vila do Conde.

¹¹³ Entre ellas se encuentra el laurel, matá-matá, cuiarana, camo-camo, taquari y genipapo, que presentan un excelente crecimiento y baja mortalidad.

Historia

La Alunorte fue constituida en septiembre de 1978 y era una *joint venture* de la CVRD y de un consorcio de empresas japonesas (Nippon Amazon Aluminium Co.-NAAC). El proyecto fue consecuencia de un acuerdo bilateral firmado en 1976 entre los gobiernos de Brasil y de Japón que preveía la implantación de las fábricas de la Alunorte y de la Albras. El objetivo era aprovechar las enormes reservas de bauxita descubiertas a finales de la década de 1960 en el Estado de Pará y la energía hidroeléctrica de Tucurí, cuya construcción estaba planificada por el gobierno de Brasil.

Datos básicos de la Alunorte

Inicio de las operaciones: 1995
Ubicación: Vila do Conde, Barcarena, Pará
Capacidad total prevista para marzo de 1997: 1.1 millones de toneladas/año
Personal en 1998: 460 empleados
Producción en 1998: 1.43 millones de toneladas
Ventas en 1998: 250 millones de reales

Fuente: Aluminio do Norte do Brasil S.A.

El proyecto fue desarrollado y los principales contratos de financiamiento se firmaron en 1979 y las obras iniciadas en 1980. Debido a la crisis mundial de la industria del aluminio a partir de 1981/82, se disminuyó el ritmo de implantación del proyecto. En 1986, persistiendo la situación internacional desfavorable, los japoneses perdieron interés en el proyecto, congelando su participación accionaria en el proyecto. La CVRD asumió el control integral del proyecto, con 31% de las obras concluidas y con más de 200 millones de dólares invertidos, el proyecto fue paralizado.

En vista de los avances tecnológicos de la industria fue posible reactivar el proyecto en los años noventa, elevando su capacidad nominal proyectada de 800 mil toneladas/año con una pequeña inversión adicional.

Con gastos acumulados de alrededor de 400 millones de dólares y después de casi siete años de paralización las obras se reiniciaron en septiembre de 1993, un mes después de establecerse un nuevo acuerdo de accionistas entre la CVRD y sus socios privados. En julio de 1995, la empresa entró en operación, habiendo invertido más de 460 millones después de reiniciadas las obras, totalizando inversiones de 875 millones de dólares en la implantación de la empresa desde su constitución.

La Compañía Vale do Río Doce pasó a controlar la empresa a través de su holding para el sector de aluminio, la Aluvale y de la Minera Río do Norte, totalizando una participación accionaria de 76.5% (véase recuadro más abajo). Recientemente la Norsk Hydro adquirió 25.5% del capital de la empresa.

COMPOSICIÓN ACCIONARIA DE ALUNORTE

<i>(en porcentajes)</i>	
Aluvale/CVRD:	49.9
MRN	26.6
NAAC <u>1/</u>	13.2
CBA	6.2
JAIC <u>2/</u>	4.1

1/ Nippon Amazon Aluminium Co. (Consortio de 33 empresas japonesas)

2/ Japan Alunorte Investment Co.

La operación de la Alunorte, además de permitir la recuperación del capital invertido y poner fin al “embarazoso paseo” de la bauxita que era exportada por la MRN y retornaba en forma de alúmina para la Albras, propició una gran ganancia de eficiencia para la Albras, que consume 60% de la producción de la Alunorte y para la Valesul, que consume cerca de 10% de la alúmina de la Alunorte, ya que ambas no necesitan operar con una mezcla de alúmina de las más variadas procedencias, como se daba anteriormente. Los 30% restantes de la producción de la Alunorte son exportadas.

Interacciones y aprendizaje

Tecnología y características de la planta

La tecnología implantada en la Alunorte está entre las más avanzadas y fue proporcionada por la Alcan y Nippon Light Metals para producir alúmina tipo sandy de la mejor calidad. También se emplean tecnologías de otras fuentes, especialmente la Lurgi en calcinación,¹¹⁴ la Giulino en deposición de los residuos de la bauxita y de la Asea Brown Boveri (ABB) en el sistema de control de la operación.¹¹⁵

Se trata de una planta química con proceso continuo, operando 24 horas por día, 340 días en el año y 25 días para mantención. Su reciente implantación, con tecnología y equipamientos modernos, garantiza una productividad superior a la de la gran mayoría de las plantas existentes en el mundo.

Diversas mejorías se han realizado, en la mayor parte a través de la interacción del personal de la propia fábrica con los proveedores de los equipamientos. Actualmente, una empresa nacional está ayudando en el mejoramiento de los enfriadores. Sin embargo la optimización del sistema como un todo es el que ha permitido enormes ganancias de productividad y que elevaron la capacidad nominal prevista para la planta de 1.1 millones de toneladas para más de 1.5 millones de toneladas de alúmina.

Capacitación del personal

La Alunorte invirtió cerca de 2.5 millones de dólares en entrenamiento en el período anterior al inicio de las operaciones de la fábrica. 20 ingenieros de la fábrica fueron entrenados en el exterior. Otros fueron entrenados en la fábrica de la Alcan en Ouro Preto, Minas Gerais. Más de 300 mil hombres/hora de entrenamiento fueron utilizados hasta la partida de la fábrica. La empresa invierte intensamente en formación y desarrollo de sus profesionales. La estructura organizacional fue definida con el apoyo de consultorías especializadas y después de consultas realizadas en varias fábricas tanto en Brasil como en exterior.

El equipo es reducido —cerca de 460 funcionarios en la fábrica— y organizado de acuerdo a los más modernos conceptos: pocos niveles jerárquicos. La selección de personal es cuidadosa, exigiendo el segundo grado completo como nivel mínimo de escolaridad. La gran mayoría del personal es de la región de Belem y vecinas, excepto en funciones muy específicas. Algunos funcionarios vienen de la vecina Albras.

Control ambiental

Alunorte cuenta con la certificación de ISO 9002 y está empeñada en conseguir la ISO 14000. En esa dirección la empresa implantó, como pionera en el país, un “Sistema de Chute Cascata Reductor de Velocidad” que disminuyó en al menos 70% la emisión de partículas por hora de embarque de alúmina en el puerto. “La meta es que funcione de acuerdo con las

¹¹⁴ Véase sección sobre el proceso de producción de alúmina.

¹¹⁵ Se utiliza un moderno software de la ABB (OSI/PI) para simulación del proceso de producción con datos reales online.

recomendaciones de la Secretaría de Medio Ambiente —SECTAM—, de acuerdo a lo manifestado por el gerente del puerto.

Además para prevenir la contaminación del aire se instalaron precipitadores electrostáticos de alta capacidad desde la implantación de la fábrica en todos los puntos donde se producen emisiones de partículas. En especial, los calcinadores son equipados con un sistema de filtros electroestáticos que, según la empresa, atienden a los más exigentes patrones de control ambiental.

La Alunorte es integrante y copatrocinadora de la comisión interna de medio ambiente (CIMA), que congrega representantes de la Albras, de la Alunorte, de los gobiernos estatales y municipales, del Ministerio Público, de la Compañía de Desarrollo de Barcarena, de la Compañía Docas do Pará, de la Federación Estadual de las Industrias y de la comunidad local. Esa comisión tiene como finalidad fiscalizar las actividades de la Albras y Alunorte en relación al impacto sobre el medio ambiente y contribuir para la formación y difusión de los conceptos preservacionistas y proteccionistas del medio ambiente. El intercambio de ideas y la participación de la comunidad parecen significativas en esa área.

Además del personal local, especialmente por los residentes de la Villa del Conde, existe una enorme preocupación con la imagen de la empresa frente a los clientes extranjeros, en lo que se refiere al control ambiental.

Por lo tanto, el principal desecho de una refinería de alúmina es el llamado “barro rojo”, formada por los residuos de la bauxita ligeramente contaminados con soda cáustica. Hay que saber descartar adecuadamente este “barro rojo” con el objeto de evitar la contaminación del suelo y de los recursos de agua por la soda y para facilitar la posterior recuperación del área ocupada.

Según la empresa, la Alunorte “adoptó la mejor tecnología disponible: el método de deposición de barro con alta densidad, originalmente desarrollado por la empresa alemana Giuliani. Por este sistema, el barro se lanza en el depósito en forma de una pasta la que en 60% se encuentra en fase sólida. Por lo tanto, ella no segrega líquidos y se comporta básicamente como lava volcánica, adquiriendo la consistencia de un suelo normal a muy corto plazo y facilitando la recuperación del área para otros fines”.¹¹⁶

Adicionalmente, se desarrolló un interesante proyecto para el aprovechamiento de ese barro y de otros residuos industriales obtenidos en la región. Se trata de una empresa productora de productos cerámicos, la Industria Cerámica del Conde (ICC), que comenzó a producir ladrillos y tejas a finales de 1999, utilizando 30% de arcilla y 70% de un mix de “barro rojo” con el desecho de la producción de caulim y de las cubas electrolíticas utilizadas para la producción de aluminio de la Albras. Ese proyecto ganó el premio CNI de ecología en la categoría de administración. La ICC pertenece a una empresa local de calderería pesada y fabricación de estructuras metálicas que está diversificando sus actividades en la región. Además de los técnicos de la Alunorte, dos profesores de la Universidad de Pará contribuyeron en el proyecto de aprovechamiento del “barro rojo” para cerámica. Según el sector de comunicaciones de la Alunorte, existe otra empresa de Sao Paulo interesada en aprovechar la lama roja para la producción de paredes prefabricadas.

3.5 Aluminio Brasileño S.A. ALBRAS

Objetivos

La ALBRAS es productora de aluminio primario en lingotes de 22 kg. y pureza superior a 99.7%. La fábrica también está equipada para producir “lingotes” (sows) de cerca de 500 kg y aleaciones especiales. La ALBRAS es una empresa orientada a la exportación, siendo su

¹¹⁶ Alunorte

producción colocada en los mercados internacionales por sus accionistas, dependiendo de sus participaciones accionarias.

Ubicación

La empresa está localizada en Vila do Conde, en el municipio de Barcarena, en el Estado de Pará, cerca de 40 km de Belém, al lado de la Alunorte, junto al puerto de Vila do Conde, siendo atendida por la energía eléctrica de la hidroeléctrica de Tucurí, distante 300 km de la fábrica, y de alúmina por la propia Alunorte.

Datos básicos de la ALBRAS

Inicio de las operaciones: 1era. Fase en 1985, 2da. Fase en 1991
Ubicación: Vila do Conde, Barcarena, Pará
Personal al 31 de diciembre de 1998: 1 395 empleados
Producción en 1998: 342 mil toneladas
Exportaciones en 1998: 443 millones de dólares

Fuente: ALBRAS.

Histórico

Igual que la Alunorte, la ALBRAS fue resultado del acuerdo bilateral firmado en 1976 entre los gobiernos de Brasil y de Japón. El acuerdo preveía las enormes reservas de bauxita descubiertas a finales de la década de 1960 en el Estado de Pará y la energía eléctrica de Tucuruí, cuya construcción estaba planeada por el gobierno de Brasil, para la producción de alúmina y aluminio primario.

La empresa fue constituida en julio de 1978 y en marzo de 1983 se inició la construcción de la primera fase para producir 160 mil toneladas de aluminio primario. En 1984 entraron en operación las dos primeras unidades generadoras de la Usina hidroeléctrica de Tucuruí. La fábrica de ALBRAS dio su partida en agosto de 1985 y, en octubre de 1987, se inició la construcción de la segunda fase para producir más 160 mil toneladas de aluminio.

En febrero de 1991 se concluyó la segunda fase y la capacidad de producción de la fábrica se elevó a 320 mil toneladas/año. En octubre de 1993, después de la implementación de mejoras tecnológicas, la capacidad de producción alcanzó 345 mil toneladas/año de aluminio primario. En marzo de 1995, la empresa obtuvo el certificado de calidad internacional referente a su cumplimiento de la Norma ISO 9002. Ese certificado, aceptado mundialmente, confirma que el producto de la ALBRAS es fabricado obedeciendo las rigurosas especificaciones y dentro de los patrones exigidos por los compradores.

El costo total de la implantación de la ALBRAS fue de 1 440 billones de dólares, siendo 30% financiado por capital de riesgo de accionistas y 70% bajo la forma de capital de préstamos de bancos japoneses y brasileños.

La ALBRAS consume 615MW de los 3960 MW (12 generadores x 330MW) producidos en Tucuruí. En la subestación de Vila do Conde la tensión es rebajada de 500 kv para 230 kv.

COMPOSICIÓN ACCIONARIA

	(en porcentajes)
Aluvale (CVRD)	51
NAAC*/	49

Fuente: ALBRAS.

*/ Nippon Amazon Aluminium Co.

Interacción y aprendizaje

Capacitación de los recursos humanos

En diciembre de 1999 el total de empleados de la empresa era de 1 340 personas, siendo 82% de la región norte y 75% del Estado de Pará. Para poder ingresar en la actualidad a la empresa es necesario tener mínimo el segundo grado completo de enseñanza. Tres de los ingenieros de la ALBRAS, actualmente en posiciones clave en la empresas, provienen de la ALCAN de Brasil. Sin embargo, en general no se buscan operarios o técnicos en otras empresas del país. Existe una política deliberada de emplear, siempre que sea posible, personal local e hijos de empleados.

Del total de empleados por la empresa, 54.1% tienen el 2do. grado primario completo, 9.7% el 3er. grado primario completo y 2.2% el 3er. grado incompleto. Por lo tanto, dos tercios del personal tenía por lo menos el segundo grado completo. Del resto, sólo el 6.7% del personal no tenía el 1er. Grado completo. La Universidad de Pará no tiene curso de metalurgia. De esa forma, los ingenieros metalúrgicos que se encuentran en puestos de importancia en la empresa se formaron en la Escuela de Ouro Preto, en Minas Gerais.

La ALBRAS proporciona entrenamiento adecuado para todos los empleados y cursos de preparación de mano de obra para los hijos de los empleados y jóvenes de las comunidades vecinas, manteniendo para ello el centro de formación profesional y entrenamiento en la Villa de los Cabanos, implantando con el apoyo de la ALUNORTE y el SENAI. De manera general, la empresa apoya a los funcionarios que desean continuar los estudios a través de becas parciales y la oferta de cursos específicos —por ejemplo, varios ingenieros ya estuvieron en un curso en Noruega—.

En general la empresa tiene una gran autonomía con relación a la administración de su personal. No existen programas comunes desarrollados con otras empresas del grupo, ni con la vecina ALUNORTE, aunque ocasionalmente alumnos de ambas empresas frecuentan los mismos cursos. Las empresas tienen filosofía y culturas administrativas distintas y no coordinan sus actividades. Por lo tanto, no se explora el potencial de sinergias internas o ganancias de escala en entrenamiento.

Tecnología y aprendizaje

La tecnología que emplea la fábrica es la que utiliza hornos de ánodos precocidos y proviene de la Pechiney, traída por la Mitsui Aluminium Co. Ltd. De Japón. Como ya se ha descrito,¹¹⁷ la tecnología del aluminio primario envuelve un proceso electrolítico, cuyo conocimiento se basa en el origen de la ingeniería química, eléctrica, termodinámica y en modelos matemáticos. Solamente la etapa final de fundición de los lingotes es un proceso metalúrgico.

El proceso de obtención de aluminio primario en si es esencialmente el mismo desde su creación. Los principales avances se refieren especialmente a la escala de operación, control y automatización del proceso. Se trata, por lo tanto, de un esfuerzo de optimización del proceso, donde la microelectrónica permite mayor control de las variables y, con eso, permite obtener mayor escala y eficiencia en el proceso. Así, la corriente eléctrica que no pasaba de 50 Ka (mil amperes) en los primeros hornos industriales, hoy llega a 320/330 Ka. Los hornos pueden tener 40 ánodos y casi toda la operación de reducción es automática. Por lo tanto, el progreso técnico es enorme, aunque el proceso sea esencialmente el mismo hace más de un siglo.

Excepto la alúmina que proviene de la ALUNORTE y la energía eléctrica de Tucuruí, las principales materias primas son importadas. En la fabricación de los ánodos, la brea y el coke de carbón mineral son importados, el primero porque no existe producción suficiente y el segundo

¹¹⁷ Véase sección sobre el proceso de producción de aluminio primario.

porque el producto nacional no tiene la calidad necesaria. Las placas de cátodo o flúor también son importadas.

En la ALBRAS, diversos ejemplos ilustran importantes avances técnicos obtenidos a través de interacciones con otras empresas e instituciones.

ALBRAS-ALUMAX

El primer ejemplo se refiere al campo magnético generado por el posicionamiento del lingote eléctrico en los hornos de reducción del aluminio. Ese campo magnético causa el movimiento del material (baño) dentro de los hornos, impidiendo el aumento de corriente eléctrica y, así, reduciendo la eficiencia del proceso. Preliminarmente, los técnicos de la empresa realizaron un estudio y el desarrollo de un modelo para compensar la generación del campo magnético, sin embargo, el costo de la implantación del proyecto era de cerca de 20 millones de dólares y existía riesgo que no funcionara.

Para superar ese impase, la ALBRAS decidió realizar un contrato de transferencia de tecnología con la ALUMAX, empresa americana¹¹⁸ productora de aluminio. La ALUMAX operaba cuatro plantas, dos de ellas con el mismo proyecto de la ALBRAS. Sin embargo, a pesar que la fábrica de la ALBRAS es relativamente moderna, los indicadores de eficiencia y productividad de la empresa en 1994 eran muy inferiores a los de la ALUMAX, véase el cuadro 16. Según los técnicos de la ALBRAS, la fábrica de Mt. Holly de la ALUMAX es una referencia en el medio industrial norteamericano.

Cuadro 16
COMPARACIÓN ENTRE LAS PLANTAS DE LA ALUMAX Y DE ALBRAS
(enero-junio 1995)

Plantas	Parámetros	Unidad	Mt. Holly/Alumax	Albras
	Corriente	KA	185.9	149.4
	Consumo de energía	KWh/t Al	13 370	14 444
	Consumo de ánodo	Kg/t Al	397	421
	Producción/año	Toneladas	203 000	345 000
	Empleados	Número	620	1 808
	Productividad	T/H. año	327	191

Fuente: Contrato Albras-Alumax, resumen histórico 1995-1998, agosto de 1998.

El contrato, por un valor “*fee*” de 3.5 millones de dólares, más los gastos de impuestos, viajes, asistencia y entrenamientos, se inició en 1995 y terminó a finales de 1999 y preveía acceso de la ALBRAS a las fábricas de la ALUMAX, transferencia de conocimientos y experiencia de la ALUMAX, soporte en la implantación de mejoras tecnológicas y orientación y apoyo en caso de siniestros. Entre 1995 y 1998, 33 funcionarios de la ALBRAS visitaron instalaciones de ALUMAX y 27 técnicos de la ALUMAX visitaron la ALBRAS, comentado en informes, la viabilidad de los proyectos y las necesidades de cambios. Se intercambiaron más de 130 mensajes por fax, centenas de páginas de textos y diseños por correo, y 256 mensajes por email entre enero de 1997 y agosto de 1998.

El contrato dio confianza a los técnicos de la ALBRAS que pudieron verificar en las fabricas de la ALUMAX la operación del modelo desarrollado por la empresa americana. La ALUMAX realizó una auditoría técnica en la ALBRAS y recomendó la implementación del proyecto de cambio en la posición de las barras de las cubas electrolíticas. Técnicos de la ALUMAX y de la ALBRAS realizaron visitas a las instalaciones de las empresas e intercambiaron información y conocimientos.

¹¹⁸ La ALUMAX fue comprada por la ALCOA en 1998.

El resultado fue el aumento de la eficiencia y productividad en el proceso, expandiendo la capacidad de la fábrica de 345 mil para 357 mil toneladas/año ó 1 000 toneladas/día o 365 mil toneladas/año, sin contar las detenciones de las cubas para el cambio de los refractarios y de base de carbono. La corriente de energía eléctrica en los hornos puede aumentarse, en media, de 150 para 155/157, lo que equivale a una reducción de consumo de energía eléctrica de 14 400 kwh/tonelada para 13 800 kwh/tonelada.

Durante la reposición de las barras surgió una dificultad. Este cambio tenía que realizarse con los hornos calientes, o sea, sin interrumpir la producción. El problema es que el campo magnético creado por la corriente eléctrica no permitía el soldaje del nuevo sistema en el lugar. La soldadura era lanzada lejos por el campo magnético. Por lo tanto la ALBRAS contrató una empresa brasileña, con sede en Salvador, en el Estado de Bahía, la que ya había realizado este tipo de soldadura especial para la ALCAN. Esta realizó el soldaje solo con un horno y los técnicos de la ALBRAS absorbieron la tecnología y la aplicación al resto de los hornos. La ALUMAX no conocía esta técnica, ya que ellos usaban un *by-pass* para el sistema de barras. Ese es otro buen ejemplo de difusión y conocimiento, en este caso sólo al interior del país. Los lingotes realizados en aluminio fueron fabricados por la ALBRAS, que adquirió un equipamiento para tal fin, generando con ello una enorme economía. Ese equipamiento será utilizado nuevamente en futuras expansiones de la empresa.

Las ganancias con la realización de la compensación magnética sin la interrupción de la producción fueron enormes. La técnica fue desarrollada de tal manera que a finales de un año la ALBRAS estaba compensando más de 80 hornos por mes. En un año se compensaron 738 hornos, “velocidad jamás alcanzada en proyectos semejantes por ninguna empresa en el mundo”, según información de la empresa.

El contrato con la ALUMAC generó diversos otros proyectos de mejoría y desarrollo en la fábrica de ALBRAS: simplificación de prácticas operacionales con reducción del número de empleados de más de 1 800 para menos de 1 350; mejoría en el sistema de control e información de la unidad de ánodos verdes; nuevo sistema informatizado del control del proceso de cocimiento de ánodos; reforma de hornos de cocimiento de ánodo (una empresa holandesa fue contratada para supervisar y apoyar la reforma completa del horno B —los conocimientos acumulados se utilizaron en la reforma del horno A, con el apoyo de una empresa americana—), reducción del número de unidades de combustión en los hornos de cocción; construcción de plataformas de montaje de cámaras a partir de diseños de la ALUMAX; mejorías en el horno de inducción, *pallets* y tiradas; automatización de limpieza de *butts*, desarrollado por el equipo de la ALBRAS, a partir de las visitas a la ALUMAX; adquisición de equipamientos para el laboratorio para análisis de baño electrolítico; implantación de un sistema de supervisión computarizado y centralizado en las plantas de tratamiento de gases; modificaciones en los camiones de transporte de alúmina; y más de 100 otros pequeños y medianos proyectos.

Las estimaciones de ganancias con estas mejorías sobrepasaron con creces los gastos, sin contar, que en 1998, la ALBRAS firmó un contrato con la Valesul para la transferencia de tecnología de compensación magnética de hornos, desarrollada a partir del contrato con la ALUMAX.

ALBRAS-ATAN

El segundo ejemplo es el caso de una empresa de informática de Belo Horizonte, Minas Gerais, que había trabajado anteriormente para la ALCAN, en su fábrica de Ouro Preto, y para la CBA en Sao Paulo y que desarrolló e implantó el sistema de control de proceso de hornos de reducción de la ALBRAS. El sistema fue desarrollado dentro de la ALBRAS, con acompañamiento de técnicos de la empresa. Según estos técnicos, es uno de los mejores sistemas de control que ellos

conocen y, ciertamente, no tiene nada que envidiarle a los mejores del mundo. El costo de implantación del sistema fue, según técnicos de la ALBRAS, muy inferior a las propuestas de paquetes cerrados ofrecidos por las empresas multinacionales (cerca de 50% menor).

La clave está en el desarrollo de algoritmo en el cual el sistema se basa para estabilizar el horno y aumentar la producción. El algoritmo a su vez se basa en varios parámetros del proceso y reacciona de forma tal de estabilizar el horno. Basándose en correlaciones entre los parámetros, el sistema interfiere automáticamente en el proceso, incorporando materias primas, alterando la corriente eléctrica, etc. La implantación de ese sistema de control también ha sido fundamental para el aumento de la productividad de los hornos de la ALBRAS.

ALBRAS-Universidad de Pará

La ALBRAS también mantiene un importante intercambio con la Universidad de Pará, especialmente con los departamentos de ingeniería eléctrica e ingeniería química. En 1997, se firmó un convenio con la FADESP/UFPa (Fundación de Asistencia y Desarrollo de Investigación de Pará y la Universidad Federal de Pará) con una duración prevista de cinco años. Algunos proyectos tuvieron mucho éxito, debido a diversas mejorías obtenidas en la subestación de energía eléctrica de la ALBRAS (el proyecto de “flujo de carga y análisis de defectos en el sistema eléctrico” se terminó en 1998, implantándose un modelo computacional que calcula con precisión las cargas en cada circuito del sistema eléctrico de la fábrica, permitiendo simulaciones precisas de las modificaciones que se quiera realizar con total seguridad), y el proyecto de control de contaminación de los gases de reducción.

Internamente, la empresa implantó sus centros de control de calidad (CCQs) con base en 180 grupos de cinco personas cada uno. Diversas ideas y sugerencias para perfeccionar el proceso de perfeccionamiento del aluminio nacieron de esos grupos. Una de esas mejorías fue la sustitución de los fierros que se utilizaba para proteger los ánodos en las partidas de los hornos por cartón. Los fierros tenían que removerse después del calentamiento de los hornos, produciendo una cierta interferencia en el baño electrolítico. El papel es absorbido por el baño y mantiene los ánodos limpios.

Contactos con otras empresas

En junio de 1997, la ALBRAS promovió un seminario para intercambiar información con otras empresas. Participaron representantes de la SGL Carbón de Alemania y consultores internacionales de Suiza y Nueva Zelandia, que presentaron trabajos sobre materias de revestimiento de cubas.

Albras y la comunidad local

La ALBRAS también mantiene una oficina de acción social con el objetivo de vincular la empresa en trabajos sociales para beneficio de la comunidad local. Desde 1995 hasta mediados de 1999 la empresa invirtió 15.5 millones en proyectos relacionados con la comunidad. La empresa mantiene una escuela, que atiende niños desde sala cuna hasta 2º grado, un hospital, ha construido puentes, estación de tratamiento de agua, puestos de salud y, recientemente, implantó una planta de tratamiento de basura, la primera del norte del país, con capacidad para procesar 15 toneladas de basura y que fue entregada a la administración de una cooperativa de servicios agroindustriales. Se espera que en un corto tiempo cada planta sea autosuficiente financieramente.

Sin embargo, tal vez la experiencia de trabajo social más interesante de la empresa, fue su participación en la solución de un problema que afecta a miles de personas que trabajaban en las alfarerías produciendo ladrillos. En esas alfarerías se utilizaba un equipo para moler la arcilla la que se empujaba manualmente o con ayuda de los pies de los operarios, en muchos casos niños. Un reportaje transmitido por un canal de televisión nacional mostró la frecuente incidencia de

accidentes de trabajo con esos equipamientos, los que terminan en pérdida de miembros (dedos, manos, pies e incluso piernas y brazos) de esos operarios.

Un grupo de empleados de la empresa se sensibilizó con el problema y, con el apoyo de la empresa, se dedicó a buscar una solución. Después de diversas visitas a las alfarerías, escuchando a los operarios y probando diversos prototipos, el grupo llegó a una solución simple. Proyectó y construyó una cubierta con una palanca para empujar la arcilla hacia el interior del moedor. Además de evitar accidentes, la solución aumentó significativamente la productividad del equipamiento de las alfarerías. El grupo, equipado de maquinas para soldar y de un bote, ya que muchas alfarerías se encuentran en islas vecinas a Barcarena, instaló el sistema en cerca de 200 alfarerías, beneficiando aproximadamente a 1 400 personas.

Control ambiental

Se invirtieron 140 millones de dólares para ese fin en la implantación del proyecto y se gastaron cerca de 2.5 millones de dólares en la ejecución del control ambiental, empleándose 70 personas exclusivamente para esta actividad. Además de cumplir con todas las exigencias legales, la empresa creó la Comisión interna de Medio Ambiente (CIMA) en la que participan representantes de la ALUNORTE, de los gobiernos estatales y municipales, del Ministerio Público, de la Compañía de Desarrollo de Bacarena, de la Compañía Docas do Pará, de la Federación Estadual de las Industrias y de la comunidad local.

La empresa aún mantiene un cinturón verde de 3 500 hectáreas de floresta alrededor de la fábrica y un huerto para la producción de matas y desarrolla un amplio programa de preservación ambiental y educación para estudiantes, profesores y líderes, además de campañas para toda la comunidad.

VII. Complejo de Barcarena - Distrito de Villa del Conde

El complejo de Barcarena está localizado en un área de abundante agua, de tierras altas y firmes, de baja tasa ocupacional, con una dirección preferencial de los vientos extremadamente favorable y presenta buenas condiciones para las instalaciones y operaciones portuarias. El área industrial ocupa 100 hectáreas, con más de 1 000 hectáreas de reserva para almacenamiento de residuos y futuras expansiones. La ALUNORTE y la ALBRAS mantienen más de 3 000 mil hectáreas de floresta preservada junto a las fábricas.

Infraestructura:

Energía eléctrica: proporcionada por la Eletronorte, a partir de Tucuruí, en el río Tocantins, que tiene capacidad para generar 3 960 MW en sus 12 turbinas. Esta energía en 500 kv en la subestación de Villa del Conde, siendo transformada para 230 kv y transmitida para la subestación de la ALBRAS, que también alimenta a ALUNORTE.

Puerto: El puerto de Villa del Conde fue proyectado para atender al complejo de producción de alúmina-aluminio y al distrito industrial planificado para el área, pudiendo recalar naves de hasta 50 tdw. Además de servir a la fábrica de la ALBRAS, también está equipado para descargar bauxita, soda cáustica y aceite combustible, y además para cargar navíos con alúmina para los mercados tanto internos como del exterior. La ALUNORTE, de acuerdo con el contrato de operación compartida firmado con la Compañía Docas del Pará (CDP), es responsable por la operación portuaria del Puerto de

Villa del Conde en cuanto al movimiento y almacenaje de materias tanto propias como de la Albras. Esto incluye la operación y mantención de un *cargador* con capacidad de 1 500 toneladas/hora para exportar alúmina; un descargador de 2 mil toneladas/hora para recibir bauxita; un terminal de líquidos, con ductos y sus correspondientes tanques, para la soda cáustica y aceite; y dos grúas portuarias. Las instalaciones de apoyo, como almacén de carga general, patio de almacenamiento a cielo abierto, edificios de administración, política marítima y portuaria, aduana y otros, están ubicadas en el área del retroporto, bajo la responsabilidad de la CDP.

Núcleo urbano: bautizado como Villa de los Cabanos, es el área donde vive el personal del distrito industrial. Queda a 7 km del área industrial. La Villa tiene escuelas de primero a segundo grado, hospital, canchas para deportes, bancos, restaurantes, supermercados y todos los servicios de infraestructura que existen en las ciudades modernas del país. Los servicios de agua, alcantarillado, luz, teléfono y atención médico/hospitalar fueron implantados bajo la coordinación y apoyo de la Compañía de Desarrollo de Barcarena (CODEBAR), una entidad del gobierno federal y, que en la actualidad, están abastecidos por las respectivas concesionarias.¹¹⁹ La conexión con Belem se hace a través de un sistema integrado de carretera y barcos. El plan director de la ciudad prevé su expansión hasta 60 mil habitantes.

Otras empresas localizadas en el complejo de Barcarena

Además de las empresas que supervisan la infraestructura de energía eléctrica (Eletronorte) y portuaria (Compañía Docas del Pará) y las empresas ya citadas, como la de Mantención Industrial de Brasil (MIB) y la Industria Cerámica del Conde (ICC), otras tres importantes empresas operan en el complejo de Barcarena.

Soinco, empresa de pequeño tamaño, de capital argentino, fabrica varillas y cables e hilos de aluminio para uso eléctrico. La principal ventaja técnica de la empresa es la producción de aluminio bruto producido en la vecina fábrica de la ALBRAS en estado líquido. Un pequeño número de vasijas con aluminio bruto retirados de los hornos de la ALBRAS se transporta en estado líquido (más o menos a 900° C) directamente para los hornos de la Soinco, en vez de ser transformados en lingotes. Con este proceso se elimina la necesidad de fundir el aluminio en lingotes antes de transformarlos en varillas y cables, con una significativa economía de equipamiento y energía. La empresa también se beneficia de las exenciones fiscales para establecimientos industriales en el área.

La principal dificultad de la empresa son los costos del flete para el transporte de los productos para sus clientes. Debido a la ausencia de una oferta de transporte de bajo costo en la región y la falta de escala en la demanda por esos servicios,¹²⁰ la empresa tiene dificultades para colocar sus productos en los mercados de destino, no obstante su bajo costo de producción. El transporte por tierra hasta los principales centros consumidores en el sudeste y sur de Brasil, o incluso para Uruguay y Argentina, significa recorrer distancias superiores a 5 mil kilómetros o hasta 8 mil kilómetros.

Pará Pigmentos S.A. (PPSA)

Instalada en 1995 y formada por la CVRDF, Mitsubishi Corp. y el Banco Mundial la empresa es gran productora de caulín, materia prima usada en el revestimiento (*coating*) de papel. Los yacimientos de caulín, se encuentran localizados en Ipuxina y el material es transportado por un mineroducto de 180 km. entre la mina y la planta, donde un secador de dispersión realiza el secado por aire caliente. La empresa deberá alcanzar una capacidad de producción de un millón de toneladas/año en el 2001.

¹¹⁹ Estudio de Viabilidad de la Alunorte, septiembre de 1993.

¹²⁰ A pesar del gran movimiento de carga en el puerto de Barcarena, los navíos tradicionales, no tienen espacio o logística para vender a precios razonables.

Río Capim Caulim (RCC)

También instalada en 1995 y formada por la empresa norteamericana DBK, la empresa alemana AKW y el grupo brasileño Mendes Jr., la empresa es la segunda mayor proveedoras de calin del país y también debería alcanzar la capacidad de un millón de toneladas anuales en el 2001.

VIII. Conclusiones

Las principales etapas de la cadena de aluminio (bauxita – alúmina – aluminio primario – transformados de aluminio) aunque tengan una importante y fuerte relación proveedor/cliente, poco o nada se benefician de esa relación en términos de aprendizaje. La razón fundamental de esta ausencia de aprendizaje a través de a la interacción está en el hecho que los procesos de producción que constituyen cada etapa de la cadena se caracterizan por bases técnicas totalmente distintas. La extracción de bauxita es esencialmente un proceso de extracción mineral, basado en una tecnología de movimiento y transporte de tierra y de mineral. La producción de alúmina es fundamentalmente un proceso químico. La producción de aluminio primario es un proceso electrolítico y la producción de transformados, a su vez, se caracteriza por ser un proceso metalúrgico. Por lo tanto, se trata de tecnologías completamente diferentes una de la otra.

La bauxita y la alúmina pueden comercializarse con características cualitativas diferenciadas, pero de todas maneras son básicamente *commodities* en el mercado internacional. El aluminio primario es un producto homogéneo, claramente definido (98.8% de pureza) y cotizado en bolsas de mercancías. De esta forma, no hay nada para ajustarse o adaptar en el aluminio primario a la demanda de los clientes productores de transformados. La relación entre esas dos etapas de la cadena se restringe básicamente a una negociación de plazos, cantidades y precios. Es solamente a partir de la transformación del aluminio para sus diversos usos que se pasa a tener productos diferenciados, que precisan competir con productos sustitutos.

Por lo tanto, son casi inexistentes los beneficios de externalidades dinámicas que se obtienen a través de la concentración geográfica de las principales etapas de la cadena de aluminio. En particular, la proximidad geográfica entre las industrias de refinería y de transformados de aluminio no parece producir un estímulo adicional para los progresos técnicos en esas industrias.

En consecuencia, la idea de avanzar *downstream* en una cadena productiva a partir de un recurso natural en una determinada región del país, considerando economías externas, tropieza, en el caso de la cadena de aluminio, en la diversidad de las bases técnicas de cada etapa de la cadena.

En función de los costos de transporte, se tiende a producir alúmina lo más próximo al proveedor de bauxita. La producción de aluminio depende, en gran medida, de una provisión económica de energía eléctrica. Por lo tanto, se puede afirmar que los principales determinantes de la competitividad de esas tres primeras etapas de la cadena son: disponibilidad de materias primas y energía eléctrica baratas, conversión eficiente de los insumos en productos y logística de transporte y comercialización.

La localización y la capacidad de innovar de la industria de transformados y manufacturados de aluminio en nada dependen de su proximidad con las tres primeras etapas de la cadena de aluminio, sino parece depender, en gran medida, del tamaño y composición de la demanda local o regional. El potencial de externalidades dinámicas parecer ser significativo entre las industrias de transformados y las industrias consumidoras de sus productos específicos. Considerando que las industrias metalúrgicas (de ferrosos y no ferrosos) poseen una base técnica común y, a groso modo, los mismos proveedores de maquinas y equipamientos, el potencial de externalidades dinámicas entre las diferentes industrias metalúrgicas y sus proveedores de máquinas y equipamientos también debe ser significativo.

Lo que tiende a ocurrir en la cadena de aluminio es la verticalización de las empresas, sin embargo, por razones totalmente diversas de los beneficios de aprendizaje e innovación. La verticalización tiende a ocurrir como forma de garantizar el abastecimiento de materia prima y para reducir los costos de transacción entre industrias muy concentradas. Por lo tanto, se trata de una razón clásica para la verticalización e internalización de la producción.

Una refinería típica con capacidad para 375 mil toneladas de aluminio primario requiere inversiones del orden de 1.6 billones de dólares. Las inversiones necesarias para la generación de energía eléctrica y para la producción de alúmina para abastecer esa refinería de aluminio, sobrepasarían el valor de la propia refinería. Así se torna evidente la necesidad de garantizar la provisión de esos insumos a precios adecuados con el fin de viabilizar financieramente esas inversiones y minimizar los riesgos. Por lo tanto, es también del interés de las industrias *upstream* asociarse con las industrias *downstream* de manera de garantizar la estabilidad de sus flujos de ingreso.

De esa forma, razones estratégicas, especialmente de empresas consumidoras de aluminio primario interesadas en garantizar sus suplementos de materias primas, aliadas a posibles reducciones de costos operacionales y de transporte, podrán viabilizar la implantación de nuevas fábricas de transformación de aluminio en el complejo de Barcarena.

Por otro lado, debe resaltarse en este estudio que Brasil no niega las amplias posibilidades de ampliar substancialmente su capacidad de producción de aluminio transformado y productos de aluminio en otras regiones del país, beneficiándose de interacciones con las industrias metalúrgicas en general, con las industrias consumidoras y con instituciones de enseñanza e investigación, además de la disponibilidad de mano de obra calificada, especializada de bajo costo relativo. Es bien posible que Brasil tenga la vocación para convertirse en un exportador neto de transformados de aluminio en algún momento futuro.

En lo que se refiere a la generación y difusión de conocimientos específicos de la industria del aluminio, se constató que las empresas de la Compañía Vale do Río Doce (CVRD) localizadas en el Estado de Pará, tienden a beneficiarse de interacciones con empresas internacionales. Algunas de esas empresas son socias de la CVRD e incluso ellas mismas son productoras de aluminio en Brasil o en el exterior. Otras son proveedoras de máquinas y equipamientos de minería, de procesos químicos o de reducción electrolítica.

Las empresas de la CVRD, debido a la ausencia de economías de escala internas y externas, no tienen condiciones de invertir en la generación de innovaciones de procesos, especialmente para obtener alúmina y la refinación del aluminio. Sin embargo, la experiencia ha mostrado que existen buenas posibilidades de mejorar y adaptar las condiciones locales a los conocimientos obtenidos en el exterior.

En cuanto a los conocimientos generales que se utilizan por la industria del aluminio (como entrenamiento de personal, control de calidad, control ambiental, informática y otros), las empresas de la CVRD en el norte del país se benefician de interacciones con empresas establecidas en otras regiones del país, especialmente del sudeste y nordeste. Las empresas de la CVRD también se benefician en gran medida de sinergias internas en las áreas de transporte, compras de insumos, ventas de productos y logística. No parece haber especificidades en este tipo de conocimiento que justifiquen su producción local.

A pesar de no vislumbrarse perspectivas para el desarrollo de externalidades positivas en la implantación de industrias de transformados de aluminio en la región, es posible percibir un gran potencial de externalidades locales específicas, con importantes implicaciones para el diseño de políticas públicas.

Tal vez más evidentes y tradicionales son las políticas orientadas hacia mejorar la infraestructura, especialmente de transporte y energía. La ampliación de las industrias existentes y la instalación de nuevas industrias dependen de la ampliación de los servicios portuarios y de la oferta de energía a bajo costo, especialmente en el caso de la reducción del aluminio. La conexión terrestre entre Barcarena y Belem, que requiere la construcción de diversos puentes, también deberá significar un gran incentivo para el desarrollo de nuevas actividades económicas en la región. Tanto el gobierno federal como el estadual de Pará están desarrollando e implantando nuevos proyectos en las áreas de transporte y energía eléctrica para la región.

Como el contrato de suministro de energía eléctrica de bajo costo entre la Eletronorte y la ALBRAS termina el 2004, a pesar de las obras de duplicación de Tucuri, las dudas de la CVRD con respecto al costo de este suministro, representa un obstáculo a cualquier proyecto de expansión más ambicioso de capacidad de producción de aluminio primario en la región. En efecto, la experiencia de otras empresas de minería y de producción de aluminio que se verticalizaron hacia atrás, tornándose en generadoras de energía, sugiere que la CVRD podría actuar en esa área. El conocimiento técnico de la geología del país, su capacidad logística para explotar recursos naturales y su propia necesidad de consumo pueden llevar a la empresa a transformarse en un importante aliado en la explotación, por ejemplo, de gas y petróleo en regiones como las del norte del país.

Existen otras dos grandes áreas que deben ser generadoras de externalidades positivas locales e involucrar políticas dentro de los ámbitos estatales y municipales. La primera se refiere a la política de educación y entrenamiento de personal. La segunda se trata de políticas de protección al medio ambiente. La biodiversidad de la floresta amazónica se destaca como uno de los más evidentes activos de la región. De esta forma, políticas de apoyo a la generación y difusión local de conocimientos sobre el medio ambiente de la región y sus aplicaciones en proyectos de desarrollo sustentable, deberían tener un alto retorno económico y social.

La formación de técnicos y científicos en esa área de control ambiental, recuperación de la floresta y de la implantación de proyectos de desarrollo sustentable deben ser prioridades absolutas. El propio currículo de las ciencias exactas y humanas en las universidades del norte del país deberían incorporar disciplinas sobre el medio ambiente de la Amazona. La asociación entre el gobierno y empresas locales en la coordinación de investigación orientadas hacia la profundización del conocimiento sobre el medio ambiente local y cómo utilizarlo económicamente de manera sustentable, inclusive con la contribución de científicos extranjeros, sería no sólo una manera de acelerar el progreso de la región, como probablemente una de las pocas áreas de investigación en que Brasil podría tener ventajas comparativas. La implantación de una verdadera cultura de protección ambiental a través de educación formal, desde antes de la escuela hasta las universidades, y a través de programas en los medios de comunicación para difundir el conocimiento sobre el medio ambiente, contribuiría al desarrollo sustentable de proyectos de explotación minera, industrial y de servicios, como por ejemplo el turismo.

La falta de participación de los gobiernos estatales, reflejada en la ausencia en los proyectos sociales de las empresas de la Vale do Río Doce en el Estado de Pará, muestra la necesidad de informar a la población de la región, el importante papel social que esas empresas pueden ejercer, y por ende, presionar políticamente a los gobiernos locales en el esfuerzo de mejorar las condiciones de saneamiento, higiene, limpieza, salud y educación de la población local.

Finalmente, es necesario desechar la idea que las exportaciones del Estado de Pará de recursos naturales o de bienes intensivos en esos recursos es de alguna forma perjudicial para la economía del Estado, ya que representarían una especie de sangría de las riquezas del Estado. El corolario de esa idea es priorizar proyectos que aprovechen esos recursos, transformándolos en bienes que puedan consumirse internamente. La verdadera riqueza de la región no está en cualquier proyecto de naturaleza autárquica, sino en obtener información y conocimiento que puedan generar renta a través de la comercialización de bienes y servicios para cualquier consumidor, local, nacional o extranjero.

Anexo

Entrevistas realizadas - Key Players.

- Companhia Vale do Rio Doce - CVRD.:

Vale do Rio Doce Alumínio S.A. - Aluvale.

Murilo Pinto de Oliveira Ferreira - Diretor de Finanças e Comercial.

Roberto Lopes Machado - Gerente Geral do Departamento Industrial.

- Mineração Rio de Norte S.A. - MRN.

José Carlos G. Soares - Diretor Presidente.

João Carlos Coelho Henriques - Assessor de Controle Ambiental.

Lineu Almeida - Gerente de Produção/Lavra.

Ademar Cavalcanti Silva Filho - Gerente de Administração e Recursos Humanos.

Ronaldo Spesiali Aroeria - Gerente de Laboratório Químico.

Daniela Soares - Assistente de Relacoes Públicas.

- Alumina do Norte do Brasil - Alunorte.

Cesar Vasconcelos - Assessor de Comunicacao Empresarial.

Joaquim - Engenheiro Químico.

- Alumínio Brasileiro S.A. - Albrás

José Eduardo Etrusco Barreto - Assistente de Tecnologia.

Guilherme Epifanio da Mota - Engenheiro de Processo.

P Ivan - Assessor de Comunicacao.

- Soinco da Amazonia S.A.

José Maria Barate - Diretor Presidente.

Miguel Arnaudo - Diretor Industrial.

Renate Bernar - Gerente de Operacoes.

- Banco Nacional de Desenvolvimento Economico - BNDES.

Luiz Maurício da Silva Cunha - Economista da gerencia de mineracao e metalurgia.

Urbano de Andrade Lima Rocha - Engenheiro do Finame.

Antonio Carlos Dias Pastori - Contador da Área de Operacoes Industriais 2.

- Associacao Brasileira de Alumínio - ABAL.

Marli C. Chagas - gerente de mercado.

Bibliografía

- Associação Brasileira de Alumínio - Abal, Termo de Referência da Indústria do Alumínio – Programa Especial de Exportação, Setor de Metais Não Ferrosos – Alumínio, Associação Brasileira do Alumínio – Abal, Maio de 1999.
- Alunorte, Estudo de Viabilidade da Alumina do Norte do Brasil S.A., Rio de Janeiro, 24 de setembro de 1993.
- Aquino, T. C. N. de e Britto, J., Setor de Alumínio: Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil, mimeo, Convênio IPT/FECAMP/UNICAMP, São Paulo, 1990.
- BNDES, A Indústria do Alumínio – Desempenho Recente e Perspectivas, Informe Setorial Mineração e Metalurgia, No.25, Área de Operações industriais 2, Gerência Setorial 3, abril de 1999.
- BNDES, Alumínio – Mercado de Chapas e de Latas para Bebidas, Área de Operações Industriais 2, Gerência Setorial de mineração e Metalurgia, No.5, 27 de outubro de 1995.
- BNDES, Impacto da Crise Asiática no Mercado de Alumínio, Informe Setorial Mineração e Metalurgia, No.18, Área de Operações industriais 2, Gerência Setorial 3, junho de 1998.
- Britto, J., (1993) A Competitividade da indústria do alumínio, Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira: notas técnicas do complexo metal-metalúrgico, mimeo, Campinas, 1993.
- Buitelaar, Rudolf. M., Como crear competitividad colectiva? Marco para la investigación de políticas de cluster. Cepal, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, Unidad de Industria, Santiago de Chile, Enero 2000.
- Grossman G. & E. Helpman, Innovation and Growth in the Global Economy, The MIT Press, 1991.
- Industry Commission Micro Reform – Impacts on Firms: Aluminium Case Study, Research Paper, Ausinfo, Canberra, March 1998.

- Krugman P., The Narrow Moving Band, the Dutch Disease, and the Competitive Consequences of Mrs. Thatcher: notes on trade in the presence of dynamic scale economies, *Journal of Development Economics* 27, 41-55, North Holland, 1987.
- Krugman P. e M. Obstfeld, *International Economics Theory and policy*, 3rd Edition, HarperCollins College Publishers, 1994.
- Machado, Raimundo de Campos, *A indústria do Alumínio neste final de século*, Edição da Fundação Gorceix, 1998.
- Meyer-Stamer, J., *Participatory Appraisal of Competitive Advantage, a methodology to support local and regional development strategy initiatives, based on the systemic competitiveness concept. A brief introduction*, mimeo, 1999.
- Mineração Rio do Norte Annual Report, 1998. Mineração Rio do Norte Environment Report, Reforestation, Edição Semestral, No.0, dezembro de 1998.
- Mineração Rio do Norte Environment Report, Tailing Ponds Revegetation, Edição No.1, junho de 1999.
- Pavitt K., *Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory*, *Research Policy* 13, Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland, 1984.
- Porter, M., *The Competitive Advantage of Nations*, The Macmillan Press Ltd, London, 1990.
- Porter, M., *Clusters and the New Economics of Competition*, *Harvard Business Review*, November-December 1998.
- Ramos J., *Uma Estrategia de desarrollo a partir de complejos productivos em torno a los recursos naturales*, *Revista de la Cepal* 666, Diciembre 1998.
- Roelandt, T. e P. den Hertog, *Mapping Innovative Clusters – Research Proposal and Discussion Note paper presented in a OCDE workshop on “clusters analysis and cluster-based policies”*, Amsterdam, 10-11 October 1997.



NACIONES UNIDAS



Serie

desarrollo productivo

Números publicados

- 44 Restructuring in manufacturing: case studies in Chile, Mexico and Venezuela (LC/G.1971), Restructuring and Competitiveness Network, Carla Macario, August, 1998. [www](#)
- 45 La competitividad internacional de la industria de prendas de vestir de la República Dominicana (LC/G.1973), Red de empresas transnacionales e inversión extranjera, Lorenzo Vicens, Eddy M. Martínez y Michael Mortimore, febrero de 1998. [www](#)
- 46 La competitividad internacional de la industria de prendas de vestir de Costa Rica (LC/G.1976), Red de inversiones y estrategias empresariales, Michael Mortimore y Ronney Zamora, agosto de 1998. [www](#)
- 47 Comercialización de los derechos de agua (LC/G.1989), Red de desarrollo agropecuario, Eugenia Muchnick, Marco Luraschi y Flavia Maldini, noviembre de 1998. [www](#)
- 48 Patrones tecnológicos en la hortofruticultura chilena (LC/G.1990), Red de desarrollo agropecuario, Pedro Tejo, diciembre de 1997. [www](#)
- 49 Policy competition for foreign direct investment in the Caribbean basin: Costa Rica, Jamaica and the Dominican Republic (LC/G.1991), Restructuring and Competitiveness Network, Michael Mortimore y Wilson Peres, May, 1998. [www](#)
- 50 El impacto de las transnacionales en la reestructuración industrial en México. Examen de las industrias de autopartes y del televisor (LC/G.1994), Red de inversiones y estrategias empresariales, Jorge Carrillo, Michael Mortimore y Jorge Alonso Estrada, septiembre de 1998. [www](#)
- 51 Perú: un CANálisis de su competitividad internacional (LC/G.2028), Red de inversiones y estrategias empresariales, José Luis Bonifaz y Michael Mortimore, agosto de 1998. [www](#)
- 52 National agricultural research systems in Latin America and the Caribbean: changes and challenges (LC/G.2035), Agricultural and rural development, César Morales, August, 1998. [www](#)
- 53 La introducción de mecanismos de mercado en la investigación agropecuaria y su financiamiento: cambios y transformaciones recientes (LC/L.1181 y Corr.1), Red de desarrollo agropecuario, César Morales, abril de 1999. [www](#)
- 54 Procesos de subcontratación y cambios en la calificación de los trabajadores (LC/L.1182-P), Red de reestructuración y competitividad, Anselmo García, Leonard Mertens y Roberto Wilde, N° de venta: S.99.II.G.23, (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 55 La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa (LC/L.1183-P), Red de reestructuración y competitividad, Enrique Dussel, N° de venta: S.99.II-G.16 (US\$ 10.00), 1999. [www](#)
- 56 Social dimensions of economic development and productivity: inequality and social performance (LC/L.1184-P), Restructuring and Competitiveness Network, Beverley Carlson, Sales N°: E.99.II.G.18, (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 57 Impactos diferenciados de las reformas sobre el agro mexicano: productos, regiones y agentes (LC/L.1193-P), Red de desarrollo agropecuario, Salomón Salcedo, N° de venta: S.99.II.G.19 (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 58 Colombia: Un CANálisis de su competitividad internacional (LC/L.1229-P), Red de inversiones y estrategias empresariales, José Luis Bonifaz y Michael Mortimore, N° de venta S.99.II.G.26 (US\$10.00), 1999.
- 59 Grupos financieros españoles en América Latina: Una estrategia audaz en un difícil y cambiante entorno europeo (LC/L.1244-P), Red de inversiones y estrategias empresariales, Alvaro Calderón y Ramón Casilda, N° de venta S.99.II.G.27 (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 60 Derechos de propiedad y pueblos indígenas en Chile (LC/L.1257-P), Red de desarrollo agropecuario, Bernardo Muñoz, N° de venta: S.99.II.G.31 (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 61 Los mercados de tierras rurales en Bolivia (LC/L.1258-P), Red de desarrollo agropecuario, Jorge A. Muñoz, N° de venta: S.99.II.G.32 (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 62 México: Un CANálisis de su competitividad internacional (LC/L.1268-P), Red de inversiones y estrategias empresariales, Michael Mortimore, Rudolph Buitelaar y José Luis Bonifaz, N° de venta S.00.II.G.32 (US\$10.00), 2000. [www](#)

- 63 El mercado de tierras rurales en el Perú, Volumen I: Análisis institucional (LC/L.1278-P), Red de desarrollo agropecuario, Eduardo Zegarra Méndez, N° de venta: S.99.II.G.51 (US\$10.00), 1999. [www](#) y Volumen II: Análisis económico (LC/L.1278/Add.1-P), Red de desarrollo agropecuario, Eduardo Zegarra Méndez, N° de venta: S.99.II.G.52 (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 64 Achieving educational quality: What schools teach us (LC/L.1279-P), Restructuring and Competitiveness Network, Beverley A. Carlson, Sales N° E.99.II.G.60 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 65 Cambios en la estructura y comportamiento del aparato productivo latinoamericano en los años 1990: después del “Consenso de Washington”, ¿Qué?, (LC/L.1280-P), Red de reestructuración y competitividad, Jorge Katz, N° de venta S.99.II.G.61 (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 66 El mercado de tierras en dos provincia de Argentina: La Rioja y Salta (LC/L.1300-P), Red de desarrollo agropecuario, Jürgen Popp y María Antonieta Gasperini, N° de venta S.00.II.G.11 (US\$10.00), 1999. [www](#)
- 67 Las aglomeraciones productivas alrededor de la minería: el caso de la Minera Yanacocha S.A. (LC/L1312-P), Red de reestructuración y competitividad, Juana R. Kuramoto, N° de venta S.00.II.G.12 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 68 La política agrícola en Chile: lecciones de tres décadas (LC/L.1315-P), Red de desarrollo agropecuario, Belfor Portilla R., N° de venta S.00.II.G.6 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 69 The current situation of small and medium-sized industrial enterprises in Trinidad & Tobago, Barbados and St.Lucia, (LC/L.1316-P), Restructuring and Competitiveness Network, Michael Harris, Sales N° E.00.II.G.85 (US\$10.00), 2000.
- 70 Una estrategia de desarrollo basada en recursos naturales: Análisis *cluster* del complejo de cobre de la Southern Perú, (LC/L.1317-P), Red de reestructuración y competitividad, Jorge Torres-Zorrilla, N° de venta S.00.II.G.13 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 71 La competitividad de la industria petrolera venezolana, (LC/L.1319-P), Red de reestructuración y competitividad, Benito Sánchez, César Baena y Paul Esqueda, N° de venta S.00.II.G.60 (US\$10.00), 2000.
- 72 Trayectorias tecnológicas en empresas maquiladoras asiáticas y americanas en México (LC/L.1323-P), Red de reestructuración y competitividad, Jorge Alonso, Jorge Carrillo y Oscar Contreras, N° de venta S.00.II.G.61 (US\$10.00), 2000.
- 73 El estudio de mercado de tierras en Guatemala (LC/1325-P), Red de desarrollo agropecuario, Jaime Arturo Carrera, N° de venta S.00.II.G.24 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 74 Pavimentando el otro sendero: tierras rurales, el mercado y el Estado en América Latina (LC/L1341-P), Red de desarrollo agropecuario, Frank Vogelgesang, N° de venta S.00.II.G.19 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 75 Pasado y presente del comportamiento tecnológico de América Latina (LC/L.1342-P), Red de reestructuración y competitividad, Jorge Katz, N° de venta S.00.II.G.45 (US\$10.000), 2000. [www](#)
- 76 El mercado de tierras rurales en la República Dominicana (LC/L.1363-P), Red de desarrollo agropecuario, Angela Tejada y Soraya Peralta, N° de venta S.00.II.G.53 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 77 El mercado de tierras agrícolas en Paraguay (LC/L.1367-P), Red de desarrollo agropecuario, José Molinas Vega. N° de venta S.00.II.G.145 (US\$10.00), 2000.
- 78 Pequeñas y medianas empresas industriales en Chile (LC/L.1368-P), Red de reestructuración y competitividad, Cecilia Alarcón y Giovanni Stumpo, N° de venta S.00.II.G.72 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 79 El proceso hidrometalúrgico de lixiviación en pilas y el desarrollo de la minería cuprífera en Chile, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1371-P), Jorge Beckel, N° de venta S.00.II.G.50 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 80 La inversión extranjera en México (LC/L.1414-P), Red de inversiones y estrategias empresariales, Enrique Dussel Peters, N° de venta S.00.II.G.104 (US\$10.00), 2000.
- 81 Two decades of adjustment and agricultural development in Latin America and the Caribbean (LC/L.1380-P), Agricultural and Rural Development, Max Spoor, Sales N° E.00.II.G.54 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 82 Costa Rica: Sistema Nacional de Innovación (LC/L.1404-P), Rudolph Buitelaar, Ramón Padilla y Ruth Urrutia-Alvarez, Red de reestructuración y competitividad, N° de venta S.00.II.G.71 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 83 Petróleo: importancia e impactos de sus relaciones sectoriales, Red de reestructuración y competitividad, Luis Gustavo Florez. En prensa.
- 84 The transformation of the American Apparel Industry: Is NAFTA a curse or blessing (LC/L.1420-P), Investment and Corporate Strategies, Gary Gereffi, Sales N° S.00.II.G.103, (US\$10.00), 2000.
- 85 Perspectivas y restricciones al desarrollo sustentable de la producción forestal en América Latina (LC/L.1406-P), Red de desarrollo agropecuario, Maria Beatriz de Albuquerque David, Violette Brustlein y Philippe Waniez, N° de venta S.00.II.G.73 (US\$10.00), 2000.
- 86 Mejores prácticas en políticas y programas de desarrollo rural: implicancias para el caso chileno, Red de desarrollo agropecuario, Maximiliano Cox. En prensa.
- 87 Towards a theory of the small firm: theoretical aspects and some policy implications (LC/L.1415-P), Restructuring and Competitiveness Network, Marco R. Di Tommaso y Sabrina Dubbini, Sales N° E.00.II.G.86 (US\$10.00), 2000. [www](#)

- 88 Desempeño de las exportaciones, modernización tecnológica y estrategias en materia de inversiones extranjeras directas en las economías de reciente industrialización de Asia. Con especial referencia a Singapur (LC/L.1421-P), Sanjaya Lall, Red de inversiones y estrategias empresariales, N° de venta S.00.II.G.108 (US\$10.00), 2000.
- 89 Mujeres en la estadística: la profesión habla, Beverly Carlson, Red de reestructuración y competitividad, N° de venta S.00.II.G.116 (US\$10.00), 2000.
- 90 Impacto de las políticas de ajuste estructural en el sector agropecuario y agroindustrial: el caso de Argentina. Red de desarrollo agropecuario, G. Ghezán, M. Materos y J. Elverdin. En prensa.
- 91 Comportamiento do mercado de terras no Brasil, Red de desarrollo agropecuario, G. Leite da Silva, C. Afonso, C. Moitinho. N° de venta S.01.II.G.16 (US\$10.00), 2000.
- 92 Estudio de caso: o mercado de terras rurais na regio da zona da mata de Pernambuco, Brasil, Volumen I (LC/L.1447-P), Red de desarrollo agropecuario, M. dos Santos Rodrigues y P. de Andrade Rollo, N° de venta S.00.II.G.127 (US\$10.00), 2000 [www](#) y Volumen II (LC/L.14473/Add.1-P), Red de desarrollo agropecuario, M. dos Santos Rodrigues y P. de Andrade Rollo, N° de venta S.00.II.G.128 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 93 La participación de pequeños productores en el mercado de tierras rurales en El Salvador (LC/L.1448-P), Red de desarrollo agropecuario, H. Ever, S. Melgar, M.A. Batres y M. Soto, N° de venta S.00.II.G.129 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 94 El impacto de las reformas estructurales en la agricultura colombiana (LC/L.1449-P), Red de desarrollo agropecuario, Santiago Perry, N° de venta S.00.II.G.130 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 95 Costa Rica: el nuevo marco regulatorio y el sector agrícola (LC/L.1453-P), Red de desarrollo agropecuario, Luis Fernando Fernández Alvarado y Evelio Granados Carvajal, N° de venta S.00.II.G.133 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 96 Cuero, calzado y afines en Chile, , Red de reestructuración y competitividad, László Kassai, N° de venta S.00.II.G.143 (US\$10.00) 2000. [www](#)
- 97 La pobreza rural una preocupación permanente en el pensamiento de la CEPAL (LC/L.1454-P), Pedro Tejo, Red de desarrollo agropecuario, N° de venta S.00.II.G.134 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 98 Incidencia de las reformas estructurales sobre la agricultura boliviana (LC/L.1455-P), Fernando Crespo Valdivia, Red de desarrollo agropecuario, N° de venta S.00.II.G.135 (US\$10.00), 2000. [www](#)
- 99 Mudanças estruturais na agricultura brasileira: 1980-1998 boliviana (LC/L.1485-P), Guilherme Leite da Silva Dias y Cicely Moitinho Amaral, Red de desarrollo agropecuario, N° de venta S.01.II.G.17 (US\$10.00), 2001. [www](#)
- 100 From Industrial Economics to Digital Economics: an introduction to the transition (LC/L.1497-P), Restructuring and Competitiveness Network, Martin R.Hilbert, Sales N° E.01.II.G.38. [www](#)
- 101 El Mercado de Tierras en México, Roberto Escalante, Red de desarrollo agropecuario. En prensa.
- 102 América Latina en el proceso de internacionalización de las empresas finlandesa, Kent Wilska – Ville Tourunen, Red de inversiones y estrategias empresariales. En prensa.
- 103 Regímenes competitivos sectoriales, productividad y competitividad internacional, Red de reestructuración y competitividad, Jorge Katz. En prensa.
- 104 Latin America on its path into the digital age: where are we (LC/L.1555-P), Restructuring and Competitiveness Network, Martin R.Hilbert, Sales N° E.01.II.G.100. 2001 [www](#)
- 105 Estrategia de desarrollo de *clusters* basados en recursos naturales: el caso de la bauxita en el norte de Brasil (LC/L.1570-P), Red de reestructuración y competitividad, Jorge Chami Batista, N° de venta S.01.II.G.113 (US\$10.00), 2001. [www](#)

Algunos títulos de años anteriores se encuentran disponibles

- El lector interesado en números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Inversiones y Estrategias Empresariales de la División de Desarrollo Productivo, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile. No todos los títulos están disponibles.
- Los títulos a la venta deben ser solicitados a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile, Fax (562) 210 2069, publications@eclac.cl.

www: Disponible también en Internet: <http://www.eclac.cl>

Nombre:
Actividad:
Dirección:
Código postal, ciudad, país:
Tel.: Fax: E.mail: