

Página intencionalmente en blanco.

ECONOMÍA DE AMÉRICA LATINA

Página intencionalmente en blanco.

AGLOMERACIONES MINERAS Y DESARROLLO LOCAL EN AMÉRICA LATINA

Rudolf M. Buitelaar (compilador)



Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo
Ottawa • Dakar • El Cairo • Montevideo • Nairobi • Nueva Delhi • Singapur



COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN
WWW.ECLAC.CL



Transversal 24 No. 40-44
Bogotá D.C. - Colombia
E-mail: alfomeg@cable.net.co
sciente@alfaomega.com.co
Página Web: <http://www.alfaomega.com.mx>



Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID)
PO Box 8500, Ottawa, ON K1G 3H9, Canada
info@idrc.ca / <http://www.idrc.ca>

Canada

CIID Oficina Regional para América Latina y el Caribe
Avda. Brasil 2655, Casilla de Correos 6379, Montevideo, Uruguay
lacroinf@idrc.org.uy / <http://www.idrc.ca/lacro>

El presente libro fue compilado por el señor Rudolf Buitelaar (rbuitelaar@eclac.cl), funcionario de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Cepal. El texto no ha sido editado formalmente ni por la Cepal ni por el IDRC. Las opiniones son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Primera edición: Noviembre de 2001

Copyright © Naciones Unidas 2001

© Naciones Unidas - Cepal en copublicación con Alfomega S.A., 2001

ISBN: 958-682-330-X (Alfomega S.A.)
ISBN: 0-88936-985-2 (CIID)

© 2001 ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V.
Pitágoras 1139, Col. Del Valle, 03100 México, D.F.

Diseño de cubierta: Juan Carlos Durán
Edición y diagramación: Alfomega S.A.
Impresión y encuadernación: Quebecor World Bogotá

Impreso y hecho en Colombia - Printed and made in Colombia

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO

[ix](#)

PRESENTACIÓN <i>José Antonio Ocampo</i>	<u>xi</u>
PREFACIO	
DESAFÍOS DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN LAS REGIONES MINERAS <i>Cristina Echavarría</i>	<u>xv</u>
PRÓLOGO	
NUEVOS DESAFÍOS A AGLOMERACIONES EN TORNO A LA MINERÍA <i>Eduardo A. Chaparro Ávila</i>	<u>xix</u>
Capítulo I	
CONCEPTOS, INQUIETUDES Y AGLOMERACIONES EN TORNO A LA MINERÍA <i>Rudolf M. Buitelaar</i>	<u>1</u>
Introducción: el proyecto de investigación	<u>1</u>
1. La paradoja de la abundancia que empobrece	<u>3</u>
2. La solución estaría en las aglomeraciones (<i>clusters</i>)	<u>7</u>
3. La fuerza de un concepto difuso	<u>10</u>
4. Enfoques usados en los estudios de caso y preguntas centrales de la colección	<u>14</u>
Capítulo II	
LA AGLOMERACIÓN EN TORNO A LA MINERÍA EN CANADÁ: ESTRUCTURA, EVOLUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO <i>Archibald R.M. Ritter</i>	<u>17</u>
Introducción	<u>17</u>
1. La aglomeración minera en Canadá	<u>18</u>
2. La política pública y la aglomeración en torno a la minería	<u>33</u>
3. Sudbury: el surgimiento de una “metrópolis minera”	<u>37</u>

4. Conclusiones	<u>45</u>
-----------------	---------------------------

Capítulo III

DIMENSIONES MACRO Y MESOECONÓMICAS EN LA EVOLUCIÓN DE LA MINERÍA EN CHILE	<u>47</u>
<i>Jorge Katz, Jaime Cáceres y Kattia Cárdenas</i>	

1. Empresas, macroeconomía y tecnología en el comportamiento de la aglomeración minera	<u>49</u>
2. Instituciones y regulaciones	<u>60</u>
3. Reflexiones finales	<u>69</u>

Capítulo IV

DESARROLLO DE PROVEEDORES EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA	<u>75</u>
<i>Malaika Culverwell</i>	

1. Las aglomeraciones mineras en Antofagasta	<u>77</u>
2. Integración de la pequeña y mediana empresa (Pyme) proveedora en el corto plazo	<u>89</u>
3. Conclusión	<u>104</u>

Capítulo V

UNA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA MINERÍA CUPRÍFERA EN CHILE	<u>107</u>
<i>Jorge Beckel</i>	

1. Las innovaciones	<u>108</u>
2. El desarrollo tecnológico en la Sociedad Minera Pudahuel	<u>110</u>
3. Los aportes de la aglomeración productiva en torno a la minería en Chile	<u>115</u>

4. Efectos de las innovaciones en la aglomeración productiva en torno a la minería	<u>120</u>
5. Estrategias empresariales y la evolución de la aglomeración, 1980-1999	<u>125</u>
6. Conclusiones	<u>128</u>

Capítulo VI

LAS AGLOMERACIONES MINERAS EN PERÚ <i>Juana R. Kuramoto</i>	<u>139</u>
---	----------------------------

Historia de las aglomeraciones mineras en el Perú	<u>139</u>
Conclusiones	<u>156</u>

Capítulo VII

LA AGLOMERACIÓN EN TORNO A LA MINERA YANACocha S.A. <i>Juana R. Kuramoto</i>	<u>159</u>
--	----------------------------

Introducción	<u>159</u>
1. Yanacocha	<u>159</u>
2. El departamento de Cajamarca	<u>164</u>
3. Los elementos de la aglomeración	<u>167</u>
4. La aglomeración y la red industrial articulados a través de Minera Yanacocha S.A.	<u>174</u>
5. Conclusiones	<u>180</u>

Capítulo VIII

EL COMPLEJO DE COBRE DE LA SOUTHERN PERU <i>Jorge Torres-Zorrilla</i>	<u>185</u>
---	----------------------------

1. La Southern Peru Copper Corporation	<u>185</u>
--	----------------------------

2. La aglomeración productiva en torno a la minería en el sur de Perú	<u>187</u>
3. Fortalezas, debilidades, potenciales externalidades, sinergias y economías de aglomeración	<u>194</u>
4. Recomendaciones de política	<u>196</u>
5. Conclusiones	<u>199</u>

Capítulo IX

EL CASO DE TAMBORAQUE <i>Juana R. Kuramoto</i>	<u>201</u>
--	----------------------------

Introducción	<u>201</u>
1. Caracterización de la mediana y pequeña minería en el Perú	<u>203</u>
2. El proyecto minero de Tamboraque	<u>204</u>
3. El proyecto Tamboraque a la luz del concepto de <i>clusters</i>	<u>208</u>

Capítulo X

¿ES POSIBLE UN <i>CLUSTER</i> EN TORNO AL BAUXITA EN EL ESTADO DE PARÁ? <i>Jorge Chami Batista</i>	<u>219</u>
--	----------------------------

Introducción	<u>219</u>
1. La cadena de aluminio en el mundo: tecnología, comercio y empresas	<u>220</u>
2. La cadena en el Estado de Pará	<u>236</u>
3. Conclusiones	<u>247</u>

Capítulo XI

DINÁMICA DE LA AGLOMERACIÓN MINERA EN ORURO EN UN CONTEXTO DE CRISIS <i>Fernando Loayza e Ismael Franco</i>	<u>251</u>
---	----------------------------

1. Elementos de contexto	<u>251</u>
2. Dinámica de la aglomeración	<u>254</u>
3. Transformación de la aglomeración	<u>259</u>
4. Importancia de las empresas centrales en la aglomeración y en la economía regional	<u>265</u>
5. Formación del capital humano	<u>266</u>
6. Dificultades, oportunidades y amenazas	<u>268</u>
7. Conclusiones	<u>270</u>

Capítulo XII

CONFLICTO Y COLABORACIÓN EN LA MINERÍA DE ORO EN SEGOVIA Y REMEDIOS <i>Jorge Eduardo Cock y Wilfredo López</i>	<u>273</u>
--	----------------------------

1. El oro en Colombia	<u>273</u>
2. La María SOM	<u>287</u>
3. Proceso Asomina	<u>287</u>
4. Conclusiones	<u>294</u>

Capítulo XIII

SÍNTESIS: POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES DE LAS AGLOMERACIONES MINERAS EN AMÉRICA LATINA <i>Rudolf M. Buitelaar</i>	<u>299</u>
---	----------------------------

1. Las preguntas	<u>299</u>
2. Las exploraciones	<u>300</u>
3. Las respuestas	<u>306</u>
4. Lecciones y orientaciones estratégicas	<u>308</u>

BIBLIOGRAFÍA	<u>313</u>
---------------------	----------------------------

AGRADECIMIENTO

Este libro es resultado del proyecto Cepal-IDRC *A Natural Resource Cluster Development Strategy: The Case of Mining*, CAN/99/S47 en la numeración de Cepal y 98-8755-01 en la numeración IDRC. La idea original para el proyecto era de Joseph Ramos de Cepal y Real Lavergne de IDRC. En un primer momento, Fernando Sánchez Albavera de la División de Recursos Naturales de Cepal ofreció asesoría y su extensa red de contactos en el mundo minero latinoamericano. Al hacerse cargo del Ilpes, siguió respaldándolo.

La ejecución del proyecto estaba a cargo de Rudolf Buitelaar de Cepal y Andrés Rius de IDRC. Ellos desean expresar su agradecimiento a sus superiores en Cepal por su apoyo en la realización del proyecto: Wilson Peres, jefe de la Unidad de Industria y Tecnología y Jorge Katz, director de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial, así como a Carlos Seré, director de la oficina de IDRC en Montevideo y su eficiente equipo de colaboradores. En el aspecto sustantivo, se desea agradecer la colaboración y el interés por parte de Cristina Echeverría de IDRC y Eduardo Chaparro de la División de Recursos Naturales de la Cepal. Alfonso Barberena hizo una labor encomiable en la preparación del seminario internacional sobre *Clusters* mineros en América Latina, realizada en la Cepal en Santiago de Chile, en noviembre de 2000. Los participantes en dicho seminario, en total un centenar de personas interesadas en la minería desde los sectores gubernamental, privado, académico y de organismos no gubernamentales, ofrecieron un rico e intenso debate sobre *clusters* mineros cuyos resultados enriquecieron los textos aquí presentados. El apoyo secretarial y logístico en la Cepal fue fundamental a lo largo del proyecto, en particular de parte de las secretarías de la Unidad de Industria y Tecnología: Ana María Labbé, Yenny Muñoz y María Helena Charalamby también en revisión de textos y traducciones.

El grueso del trabajo sustantivo fue hecho por los consultores contratados por el proyecto, que son los autores de los capítulos en este volumen y a quienes el compilador de este libro desea reiterar su profundo agradecimiento por su profesionalidad y espíritu de colaboración. También asume la responsabilidad por errores e inconsistencias que no logró detectar.

Página intencionalmente en blanco.

Presentación

Con mucha satisfacción la Cepal presenta hoy el libro *Aglomeraciones mineras y desarrollo local en América Latina*, resultado de un proyecto de investigación que contó con el patrocinio del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID). En el libro se indaga sobre las políticas de desarrollo de regiones altamente dependientes de los recursos mineros. Se sostiene que la minería

puede ser un motor de desarrollo si se logra instrumentar un conjunto adecuado de políticas locales. El énfasis del libro está en los procesos de aprendizaje y acumulación de conocimiento que pueden darse a partir de la extracción de minerales. Uno de los hallazgos más importantes es que la minería moderna es una actividad de uso intensivo de conocimiento y desarrollo tecnológico, cuya competitividad a largo plazo depende del fortalecimiento de las capacidades locales de innovación. El desarrollo económico y social en estos lugares especializados en minería también está ligado a la capacidad local de aprendizaje. Con frecuencia, estos procesos de aprendizaje trascienden la actividad minera propiamente tal y se vinculan a sectores conexos diversos, como las industrias metalmeccánica, del transporte, del *software* o inclusive del turismo. En los estudios de caso se ha señalado en repetidas ocasiones que la capacidad de manejo del medio ambiente es una de las áreas más importantes de aprendizaje local.

El concepto anglosajón de “clusters”, traducido aquí como “aglomeraciones”, es útil para el análisis de las interacciones locales entre empresas e instituciones, ya que trasciende las definiciones tradicionales de sectores productivos. Es, sin duda, un concepto útil para el diseño e instrumentación de políticas locales de desarrollo productivo. Uno de los objetivos del proyecto Cepal/CIID era precisamente construir en la Cepal una capacidad de diseño de políticas de “clusters” o políticas locales orientadas a mejorar la capacidad de grupos empresariales especializados. Gracias al proyecto, ya está en marcha un convenio de colaboración entre la Cepal y el gobierno regional de la II Región de Antofagasta, en el norte de Chile. Si el trabajo realizado en el presente proyecto y plasmado en el libro que el lector tiene ante sí contribuye a mejorar las políticas locales de competitividad y produce un impacto positivo en el desarrollo económico y social de algunas zonas de América Latina, el proyecto y las instituciones que lo patrocinaron habrán logrado un éxito rotundo. Así pues, recomendando la lectura de este libro a todos los interesados en cómo forjar el desarrollo a partir de una dotación particular de recursos naturales.

Para la Cepal, la posibilidad de concebir un patrón de desarrollo sostenible y un proceso de industrialización a partir de la explotación de su dotación de recursos naturales no deja de ser una opción hasta cierto punto novedosa desde la perspectiva de las estrategias propuestas históricamente por la institución. Tanto en los trabajos pioneros de Raúl Prebisch como en el documento “Transformación productiva con equidad”, se consideraba el perfil exportador de América Latina basado en productos primarios como parte del problema que habría que corregir. El futuro de la región estaría en un perfil de especialización exportadora diferente, mucho más dominado por productos manufacturados intensivos en el uso de tecnología e información. Si bien estas tesis mantienen su validez y el cambio del patrón de especialización productiva y exportadora sigue siendo un tema prioritario para la Cepal, la pregunta que trata de abordar el presente libro es cómo transitar desde la especialización existente hacia un perfil exportador distinto. La respuesta que se entrega es que se debe fortalecer una trayectoria evolutiva que emane de la explotación de recursos naturales, para ir incorporando otras actividades relacionadas, tanto aguas abajo como aguas arriba y lateralmente, para construir un perfil productivo más diferenciado e insertarse en mercados más dinámicos. Esta propuesta de industrialización a partir de la explotación de recursos naturales es, sin duda, una estrategia alternativa viable, de especial relevancia para países y localidades fuertemente dependientes de actividades vinculadas a la explotación de recursos naturales. Como es obvio, esta opción no debe considerarse como excluyente, sino como complementaria de aquéllas que ha defendido históricamente la institución.

En la coyuntura actual de una demanda mundial deprimida, en particular para productos primarios, y de precios declinantes para los principales productos de exportación de la región, puede cuestionarse la sabiduría de apostar a la dotación de recursos naturales como base de un proceso de desarrollo de ventajas competitivas en áreas de actividad económica vinculadas a los productos primarios. Sin embargo, en este panorama también se observa con mayor nitidez que los productores y países exitosos en el mercado mundial son aquéllos que logran aumentar la productividad mediante

la incorporación de progreso técnico. Los productores y países menos eficientes saldrán del mercado antes que los productores más eficientes, que además lo son debido a la mayor intensidad de incorporación de tecnología en la explotación de recursos naturales. En una futura recuperación de la demanda y de los precios internacionales, serán estos productores y los países más eficientes los que lograrán aprovecharse del renovado dinamismo.

Todo esto sirve para subrayar la importancia de uno de los temas de mayor relevancia en el presente libro. Se trata de la capacidad local de innovación y desarrollo tecnológico, capacidad que se construye a partir de la adecuada competencia y colaboración entre agentes locales, sean éstos empresas privadas o instituciones locales que promuevan la competitividad. Esto es una de las mayores debilidades de las aglomeraciones mineras en América Latina, por diversos motivos. El primero puede ser la actitud de las sucursales de empresas transnacionales en cuanto a la colaboración con empresas e instituciones locales. Las empresas transnacionales tradicionalmente mantienen su capacidad de investigación y desarrollo en sus respectivas sedes de sus países de origen. Consideran estratégica esta capacidad tecnológica y no están dispuestas a compartirla con empresas locales. Tienen pocos incentivos para participar en un proceso de transferencia tecnológica a empresas e instituciones locales en países en vías de desarrollo. Y si llegan a tener interés en explorar y profundizar sus relaciones con el entorno local como vía para mejorar la competitividad de su negocio, se topan con diferencias culturales en el manejo de las empresas, con situaciones locales de monopolio u oligopolio en que la información no fluye como en mercados perfectamente competitivos y los incentivos a la colaboración se traducen en iniciativas de colusión, más que de competencia leal y de colaboración.

Todo esto presume una actitud tradicional persistente en los agentes transnacionales. El hecho es que en la presente investigación se observa claramente un cambio de visión estratégica entre este tipo de agentes. Se advierte la maduración de una nueva visión estratégica, en que la sostenibilidad de largo plazo de las operaciones de empresas transnacionales depende de su capacidad de mejorar su desempeño ambiental y su capacidad de fomentar un proceso local de acumulación y de desarrollo económico. En otras palabras, para la empresa minera moderna, la base de su negocio se ve erosionada si no cumple con los requisitos de contribuir a la preservación del medio ambiente y a la capacidad de producir desarrollo económico local. Si no se cumplen estos criterios, más temprano que tarde las empresas se verán enfrentadas a una resistencia local a nuevos proyectos, lo que repercute en la agilidad de los trámites legales y en el marco impositivo en que operan.

Un caso parecido se da en las empresas de propiedad estatal. Éstas también están sometidas cada vez más a la presión de la opinión pública local y a las fuerzas de mercado internacionales y procurarán una mayor eficiencia en sus operaciones, proteger el medio ambiente y trabajar en pro del desarrollo económico y social en los lugares donde funcionen. De esta forma, el comportamiento de empresas de capital privado internacional y nacional, así como de las empresas de propiedad estatal, estaría en proceso de convergencia.

El segundo motivo por el cual las aglomeraciones mineras en América Latina exhiben una débil capacidad de generar en forma endógena un mejoramiento de sus ventajas competitivas reside en la heterogeneidad estructural de dichas aglomeraciones. Junto con empresas de tamaño mayor y de capital transnacional, hay un grupo de empresas alejadas de las tendencias de modernización y convergencia: el grupo de empresas de menor tamaño relativo. El futuro de la minería a pequeña escala es incierto, dado que las economías de escala en esta actividad, dominadas por procesos de cambio tecnológico, inciden cada vez más en la competitividad. Ante la escasez de alternativas laborales, los pequeños mineros se refugian en la explotación de depósitos marginales, lo que constituye ciertamente un problema social y ambiental. Además, no está claro si la pequeña minería constituye una oportunidad de acumulación y crecimiento.

En un escenario de aglomeraciones mineras tan heterogéneas, con incentivos que repercuten de diferente manera en empresas de distintos tamaños y estructuras de propiedad, la propuesta de un enfoque del conjunto que trate de maximizar los beneficios de aglomeración, de aprendizaje colectivo y de especialización productiva, cabe preguntarse si la idea de forjar una visión estratégica común o instancias de colaboración es posible y fructífero. La situación es más difícil cuando se considera la debilidad de las estructuras políticas locales y las instituciones de apoyo al aprendizaje y la innovación. La vulnerabilidad de las instituciones locales se erige en el tercer motivo por el que las aglomeraciones mineras en América Latina no muestran las mismas tendencias virtuosas que algunos de sus pares en países más desarrollados.

La conclusión de la investigación sobre aglomeraciones mineras debe ser que el desarrollo sostenible es posible a partir de la explotación del recurso minero, pero difícilmente se producirá de manera automática o espontánea. El fortalecimiento de las instituciones locales, el mejoramiento del funcionamiento de las fuerzas de mercado y la coordinación de los esfuerzos de todos los actores involucrados son esenciales para lograr un proceso de desarrollo sostenible a partir de la minería en los lugares que actualmente dependen de esta actividad económica en América Latina. En resumen, el papel del Estado, tanto en sus expresiones locales como nacionales, en coordinación con la iniciativa privada, es esencial en este ámbito, así como en todas las esferas del desarrollo regional.

JOSÉ ANTONIO OCAMPO
Secretario Ejecutivo
Cepal

Prefacio

DESAFÍOS DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN LAS REGIONES MINERAS

Cristina Echavarría

La importancia económica de la minería para los países aquí representados es enorme. El desafío que emerge una vez asegurada la inversión para el desarrollo de cualquier recurso mineral, y que finalmente justifica el esfuerzo de investigar sobre aglomeraciones mineras, es cómo sembrar sus beneficios para que sigan rindiendo frutos para un desarrollo más sustentable y equitativo de las regiones mineras, en especial después de agotados los minerales.

Si bien las décadas del ochenta y el noventa vieron el surgimiento de los imperativos ambientales sobre la práctica empresarial y la gestión pública, el nuevo milenio impone la necesidad de incorporar de manera integral, y en igualdad de condiciones con la dimensión biofísica, el imperativo social en la gestión pública y privada de los recursos minerales.

La pregunta que se hacen múltiples actores en torno de ello es: ¿cómo puede la minería contribuir en el mejoramiento sostenido de los niveles de bienestar, equidad y desarrollo sustentable de las regiones y localidades mineras del mundo en desarrollo? Y específicamente, ¿cómo pueden los gobiernos, las empresas y las comunidades aprovechar las oportunidades económicas y sociales provenientes del desarrollo del capital natural de una región, para asegurar un futuro que sea demostrablemente mejor que lo que había antes de sacar los minerales?

Ciertamente las respuestas a estas preguntas son diversas y en el mundo de hoy serán formuladas desde múltiples perspectivas culturales. En efecto, los resultados de la minería, en términos de su contribución al desarrollo regional no dependerán únicamente del desempeño de las empresas mineras, por responsables que éstas sean.

También inciden directamente en los resultados, el desempeño de los gobiernos nacionales y locales, la capacidad de interlocución de las comunidades organizadas e incluso la banca multilateral, las entidades aseguradoras y las ONG's ambientalistas globales. El camino hacia el desarrollo sustentable y equitativo implica, desde esta perspectiva, el desafío de fortalecer nuestras instituciones públicas y sociedades civiles para que se puedan facilitar escenarios legítimos y respetuosos para la participación e interlocución efectiva entre los múltiples actores, en torno de la construcción del presente y del futuro de las regiones mineras y de los países a los que pertenecen.

Nuestro continente es un territorio marcado por la diversidad, tanto desde el punto de vista de los recursos minerales que ofrece, como de los ecosistemas y de los sistemas sociales, culturales y políticos de las regiones y localidades bajo cuyos suelos se encuentran dichos recursos. Se podría decir que cada región, y cada nación en su conjunto, ofrece restricciones y potencialidades inherentes que afectan las posibilidades de generar, ya sea aglomeraciones mineras u otras opciones de desarrollo, durante y después del cierre y abandono de las faenas mineras.

Un desafío importante entonces es el de poder generar y disponer de información confiable, adecuada, suficiente y oportuna para sopesar los *trade-off* implícitos en la toma de decisiones nacionales sobre el desarrollo de los recursos minerales, y tener la capacidad para analizar lo que ello significa para las opciones de desenvolvimiento futuro de la región de que se trate. Ello permitiría conocer mejor los riesgos que conlleva en dicho contexto el desarrollo de un recurso mineral, y en consecuencia, implementar los sistemas de gestión social y ambiental adecuados a cada situación.

De otra parte, es preciso reconocer que la naturaleza misma de la geopolítica y de la economía global condiciona de antemano el alcance del espacio político del cual disponen los países del mundo en desarrollo para tomar decisiones respecto del momento y las condiciones propicias para desarrollar sus recursos minerales. Con frecuencia los gobiernos deben tomar decisiones económicas urgentes sin disponer de la información suficiente para realizar un análisis completo de los *trade-off* que se están haciendo sobre el futuro de las regiones objeto de la inversión minera. Con demasiada recurrencia los procesos de toma de decisiones tienden a darse bajo la presión de un creciente malestar social, de los imperativos de la globalización económica y del ajuste estructural de las economías.

Muchos actores sociales piensan que en la urgencia de generar empleo e inversión extranjera directa, la importancia estratégica que tiene la biodiversidad a mediano y largo plazo se puede minimizar, los derechos de los pueblos indígenas pueden ser vistos como contrarios a los intereses nacionales, los peligros potenciales para la salud de las personas y los ecosistemas pueden ser desconocidos y la base de recursos de los pobladores rurales puede verse reducido.

Del mismo modo como los países en desarrollo ven restringidas sus opciones por la existencia de una economía global que no los favorece y por una situación social inquietante, también algunas comunidades locales encuentran que sus opciones serán definidas por los gobiernos centrales. Es en este contexto diferenciado de capacidades, poderes y espacios de maniobra política que se desarrolla la minería, en particular la gran minería.

La liberalización de los regímenes de inversión y el proceso de globalización han traído consigo la rápida expansión de la actividad minera a regiones de frontera interior que hasta hace poco estaban marginadas de los procesos de desarrollo nacionales. Muchas de estas regiones están caracterizadas por la diversidad biológica y cultural y en algunos casos son ecosistemas frágiles.

En estas regiones es común que los servicios públicos del Estado sean deficientes y hasta inexistentes. No es de extrañar que ante la llegada de un megaproyecto los pobladores de estas regiones apartadas (cuando existe población previa al desarrollo) aspiren a ver un mejoramiento notable en la atención del Estado a sus necesidades básicas como salud, educación, empleo, vivienda,

capacitación, recreación y seguridad. El peso de muchas de estas expectativas recaerá también sobre las empresas. De hecho, la promesa de desarrollo, con los beneficios económicos y sociales que éste conlleva, es el centro del discurso predominante de empresas y gobiernos en las etapas iniciales de inserción regional.

Sin embargo, el desarrollo minero, por su naturaleza misma, está condicionado al ciclo de vida de la extracción del mineral a los ciclos de los mercados. Es así como, por ejemplo, existen oportunidades importantes de empleo temporal poco calificado, que se contrata localmente, durante la etapa de montaje y desarrollo de la infraestructura. A medida que pasa el tiempo, estas oportunidades se reducen, ya que la operación demanda fuerza laboral más calificada, que muchas veces no es posible contratar localmente. Esto tiende a dejar por fuera de los beneficios directos a los grupos más vulnerables de la población local. Es decir, a los menos capacitados, los más pobres, las mujeres, los campesinos y los indígenas, que son quienes en principio dependen directamente del acceso continuado a recursos como el agua, la tierra para cultivo y los bosques. Es por eso que hoy día, la mera promesa de “desarrollo” no es suficiente para garantizar el acceso inmediato de empresas y gobiernos a los recursos del subsuelo. En el centro de los conflictos por los recursos naturales está la pregunta “¿qué tipo de desarrollo y para quién?”

Sin embargo, es claro que en el ámbito del espacio político que sí existe para tomar decisiones, se plantean desafíos cruciales a los gobernantes. En años recientes vienen gestándose procesos de democratización y descentralización importantes en las naciones de la región, que están cambiando el escenario de toma de decisiones. El paulatino fortalecimiento de las organizaciones de la sociedad civil y las reformas constitucionales de muchas de nuestras naciones, nos obligan a “aprender” qué es eso de la participación, cómo funcionan las alianzas tripartitas entre gobiernos locales, empresas y comunidades, cómo se realiza una consulta que sea considerada legítima por todos los involucrados. Cada nación tiene sus propios procesos históricos y abordará estos desafíos de manera diferente.

En este sentido, un desafío que aparece de manera creciente en el horizonte es el de generar y mantener una interlocución efectiva y respetuosa entre los actores interesados, de manera que se puedan incorporar desde el inicio los requerimientos de capacitación para que la población local pueda participar de manera sostenida no sólo en las oportunidades que genera la actividad minera, sino también en la co-gestión de impactos y de beneficios sociales y económicos.

Pero cabe preguntarse ¿qué tan sustentable es permitir que la actividad minera sea el único el motor de desarrollo de una región? ¿Podría ello ser una receta para una dependencia insostenible a largo plazo? ¿Qué se requiere para que la actividad minera se articule con un plan de desarrollo regional diversificado a largo plazo? ¿Cómo puede el conjunto de actividades productivas cuidar de garantizar la conservación del capital natural requerido por otros sectores productivos que puedan existir en la región, incluidas las actividades tradicionales de subsistencia de sectores de la población que no participan directamente del trabajo minero o del sector de bienes y servicios que lo provee?

Ciertamente, el desarrollo de un depósito mineral puede ser una oportunidad única de mejoramiento de la calidad de vida y de las oportunidades de futuro para una región. Propongo que el resultado más deseable de la oportunidad que representa el desarrollo minero, es la generación de capital humano y capital social para enriquecer los procesos regionales y nacionales. El reto consiste entonces en lograr articular las aspiraciones de las comunidades locales, con una gestión pública transparente y eficiente y con una política social y ambiental empresarial responsable. Para ello la planificación regional debe estar diseñada de manera integral y con una mirada de largo plazo, desde el conocimiento de las restricciones y potencialidades de cada región. En este sentido, el papel de lo público es fundamental en cuanto es el Estado el responsable de garantizar el desarrollo equitativo y sustentable de la nación, así como los derechos constitucionales de sus ciudadanos. Ello implica el reto de la coordinación entre entidades públicas, y de éstas con el sector privado y con los grupos organizados de las comunidades locales.

Una visión innovadora de la aglomeración debe involucrar activamente a la sociedad civil. Innovaciones institucionales como la planeación local participativa, las fundaciones para el desarrollo local, mecanismos de redistribución y co-gobierno de las regalías, sistemas participativos de evaluación y monitoreo de impactos, entre otros, serán tan o más importantes para la competitividad de una aglomeración, y de una región, como el acceso a fuentes baratas de energía o tecnologías para la producción más limpia.

Prólogo

NUEVOS DESAFÍOS A AGLOMERACIONES EN TORNO A LA MINERÍA

Eduardo A. Chaparro Ávila

América Latina, continente en donde en las últimas dos décadas ha habido una inversión mayor en la industria minera, es también el continente donde esta actividad encara los desafíos más notorios. El futuro de la minería depende ahora más que antes de la forma en que satisface a las condicionantes ambientales y sociales.

Al comienzo de la década de los años noventa los países mineros más importantes se apresuraban a modernizar sus leyes mineras y ofrecerle las condiciones más atractivas a la inversión extranjera. El escenario ha cambiado drásticamente y hoy día hay una nueva realidad. Los ciudadanos de todos los países son hoy mucho más conscientes de la posibilidad y del derecho que les asiste de conocer el tipo de proyecto que se instalará en su región, saber cómo afectará sus vidas, qué tipo de estudios condujeron a determinar su viabilidad técnico económica, cuánto recibirá el Estado, cuánto su comunidad, cómo se fijarán las compensaciones y, por sobre todo, cada día más se sentirán con mayor oportunidad para ser ellos en últimas quienes determinen si es factible o no la realización del proyecto, sobre todo exigiendo saber si el tema del cierre de mina está incluido en los estudios previos. Ya no habrá proyecto minero en donde las variables ambientales y sociales no sean factores determinantes para establecer su factibilidad.

Dentro de la reconceptualización del impacto ambiental aparece un tema urticante y cuya resolución encuentra serias resistencias: la remediación de los pasivos ambientales dejados por las viejas formas de hacer minería. La presencia de viejos vertederos o depósitos de estériles y canchas de relaves desatendidas o construidas de manera descuidada, se convertirá en uno de los obstáculos más significativos que tendrán que vencer los inversionistas para que las comunidades acepten en definitiva el inicio de nuevas minas.

De por medio está el desafío que representa disponer de autoridades ambientales idóneas y además conscientes de las posibilidades que ofrece la minería moderna y autoridades mineras conscientes de las responsabilidades ambientales que genera esta actividad, es decir deberá buscarse un acercamiento más real que retórico entre ambientalistas y mineros, basado en realidades, datos, tecnología y confianza mutua.

En América Latina aún hay países que se empeñan en modernizar su legislación, haciendo particular énfasis en las cuestiones tributarias y de seguridad jurídica. Para ello han disminuido las tasas, se ha generalizado la eliminación de las regalías y se ha incrementado la implantación de conceptos como el de título único, el silencio administrativo positivo, la disminución del tamaño del Estado, la eliminación de la facultad discrecional del funcionario público y otras medidas similares. Sin embargo, esta etapa está llegando a su fin y ya se vislumbran interrogantes

sobre si tantas libertades y tantas facilidades han permitido un impacto social favorable de la inversión o han generado tributos derivados de ellas.

La región debe establecer el balance de los cambios legales, económicos e institucionales ocurridos a partir de 1976, para determinar cuán importante ha sido la inversión minera. Como resultado de ese ejercicio deberá darse a la tarea de efectuar los ajustes pertinentes que conduzcan a obtener un mayor y más equitativo desarrollo económico y social, pero el desafío estará en el equilibrio que deberá guardar para no ahuyentar la inversión que reste, ni alterar de manera onerosa las condiciones en las cuales se dio la inversión inicial.

En forma paralela con esto, la región deberá hacer el máximo esfuerzo para que al tiempo que enfrente el proceso de fusiones de las grandes compañías mineras y sus consecuencias en el mercado, cambie su condición de exportadora de materias primas, para dar valor agregado a su producción y desarrollar las aglomeraciones como base de apoyo para el desarrollo de las regiones mineras. Aún no está por completo claro cómo actuará el comercio electrónico las transacciones que hoy se hacen en metales que son manejados como *commodities*, pero cabe preguntarse si el comercio por Internet afectará el papel de los intermediarios que condicionan el mercado de metales, eliminándolos y permitiendo que los compradores gocen de un mejor precio y los productores incrementen sus ingresos, o si por el contrario esta nueva forma de hacer negocios agravará la postura de productores de materias primas, restringiendo de esta manera la posibilidad de crecimiento de las aglomeraciones.

Por todo lo mencionado, América Latina deberá emplear con resolución la tecnología, máxime si tiene en cuenta que citadas restricciones ambientales tienden a crecer, de la mano de la competencia de los procesos de substitución que se ejerce en los plásticos y los nuevos materiales. Es decir, deberá oponer tecnología a la tecnología y encontrar nuevos nichos de mercado para sus productos. Pero es entonces cuando surge la pregunta, ¿tiene la región la tecnología?, ¿si no dispone de ella podrá acceder a su uso, podrá generar su propio conocimiento, estarán dispuestos los países a generarlo, financiarlo y usarlo?

En este punto es menester resaltar una de las características fundamentales: el concepto *cluster*, a que nuestras aglomeraciones aspiran, implica aporte y desarrollo tecnológico, es decir, el reto se puede asumir siempre y cuando se decida y se opte por favorecer las articulaciones.

La erradicación ordenada y justa de formas incontroladas de minería deberá ser uno de los objetivos prioritarios. Para ello deberá diseñar los programas, obtener los recursos, los equipos humanos y la base legal que le permita en mediano plazo cambiar la situación de esta forma de producción, al tiempo que deberá elevar su capacidad de control y administración para evitar las formas incontrolables de producción minera.

Las presunciones previas nos llevan a afirmar que las situaciones descritas y los desafíos identificados sólo podrán ser enfrentados cuando el sector privado esté acompañando por un inmenso salto cualitativo en la institucionalidad pública vigente, para que el Estado asuma con eficiencia y eficacia el papel que le corresponde, buscando y encontrando los métodos, los recursos financieros y legales y las herramientas técnicas que le proporcionen seguridad integral al inversionista, seguridad ambiental y económica a las comunidades, y elementos de desarrollo económico a los Estados. En esta dirección será necesario el fortalecimiento de los Servicios Geológicos Públicos, para que trascienda en su papel de explorador preliminar, entregando óptima información científica de la corteza terrestre de tal forma que pueda hacer ordenamiento territorial, determinar las líneas bases ambientales, evaluar el potencial minero de cada país con la correspondiente identificación preliminar de donde se pueden asentar los conglomerados o polos industriales de apoyo y soporte a la industria minera.

En este campo se requerirá la incorporación definitiva de medios electrónicos en la administración de los recursos naturales (catastro y registro minero) y la adopción de políticas estables sobre: asistencia técnica, desarrollo comunitario, líneas de crédito para el fortalecimiento de los mineros nacionales y la integración de políticas sectoriales distintas de la ambiental, las políticas de vivienda

social, infraestructura y suministro de agua potable, con la política minera. En cada uno de estos temas la incorporación del concepto de *cluster* será el elemento que apalancará el desarrollo armónico de la industria, advirtiéndose de paso que no son patrimonio exclusivo de las formas controladas de minería, la llamada minería organizada o gran minería. Dicho de otra manera, para el tratamiento de la hasta ahora llamada minería artesanal y pequeña minería, el concepto de *cluster* es omnipresente, pese a que en ocasiones se considere que no existe, es lo que de manera empírica hemos llamado los *clusters* fantasmas en los cuales hay presentes diversos grados de desarrollo tecnológico.

Quedan de por medio las inmensas posibilidades que para la real integración latinoamericana representan la celebración de tratados mineros fronterizos como el firmado y aprobado entre Argentina y Chile y la necesidad de prepararse para los nuevos retos planteados por el concepto de explotación minera de costas y de fondos marinos.

Con respecto a lo primero, este nuevo instrumento jurídico ha creado una nueva rama del derecho: el minero fronterizo, así como la posibilidad de aprovechar tanto las naturales y conocidas ventajas comparativas como las competitivas que pueden ofrecer las líneas fronterizas latinoamericanas, que en la mayor parte de los casos son fronteras vivas en donde los comercios binacionales o trinacionales son de signifi-

cativa magnitud para esas regiones y que permitirían utilizar ventajas aduaneras, de infraestructura preexistente, de mano de obra para consolidar, no sólo el proceso minero *per sé*, sino también las aglomeraciones asociadas, creando en la práctica zonas de libre comercio e integración fronteriza. Pero todo ello exige que se propicien fórmulas que respeten la soberanía de los países, en acuerdos equitativos con los beneficios que se obtengan.

Con relación al segundo punto, se tendrán que discutir los desarrollos jurídicos para la explotación de los recursos mineros en costas y fondos marinos, involucrando para ello, con nuevas dimensiones, el mencionado aspecto de la soberanía de la renta de los países, de la generación de empleo y de la participación en las utilidades. De hecho hay países que ya lo hacen y otros que han solicitado concesiones en los fondos oceánicos. Esto establece la posibilidad cierta de crear aglomeraciones mineras litorales que sean la base de soporte de futuras explotaciones en el mar.

Sin duda, el hecho más relevante será la necesidad de suministrar transparencia en todos y cada uno de los elementos de las aglomeraciones mineras, para asegurarle a la comunidad la más absoluta confianza y tranquilidad con el desarrollo de las operaciones mineras que se realicen en su medio y total certeza que el concepto del cierre de mina, con todas sus implicaciones físicas y sociales está considerado y diseñado desde el momento en que se gesta la idea de la explotación minera y las actividades asociadas. Sin esa seguridad la industria minera tendrá un futuro muy difícil.

Capítulo I

CONCEPTOS, INQUIETUDES Y AGLOMERACIONES EN TORNO A LA MINERÍA

Rudolf M. Buitelaar

INTRODUCCIÓN: EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

¿Es concebible una estrategia de desarrollo para América Latina a partir de su abundante dotación de recursos naturales? ¿Cómo sería y cuáles serían sus consecuencias ambientales y sociales? Con estas

inquietudes Joseph Ramos inició en la Cepal un programa de investigación acerca de complejos productivos o *clusters* en recursos naturales¹. Utilizó un enfoque llamado de complejos productivos, argumentando que la región no podría desarrollarse si la explotación de recursos naturales se limita a producir *commodities* para mercados mundiales. El desafío tenía que ser impulsar actividades económicas relacionadas –aguas arriba, aguas abajo y laterales– con la explotación de recursos naturales.

Uno de los recursos escogidos para el análisis se refiere a los minerales. En este caso, se contó con la colaboración del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, CIID de Canadá. El desarrollo de Canadá se vincula al aprovechamiento de su base mineral, constituye por tanto un buen ejemplo para el presente proyecto y el CIID se encuentra apoyando importantes proyectos de investigación en la materia, como la Iniciativa para la Investigación de Políticas Mineras.

La minería provee un excelente área de estudio para analizar la relación entre la dotación de recursos naturales y el desarrollo de América Latina. La región tiene una considerable participación en la producción mundial de minerales así como en las reservas globales comprobadas. La minería constituye uno de los puntales de la estructura de exportación de varios países. En ciertas zonas, la economía local depende casi exclusivamente de la minería. Por otra parte, es una actividad que tradicionalmente no parece haber generado muchos eslabonamientos productivos ni empleos. La actividad requiere, como pocas otras, un adecuado manejo ambiental para ser sustentable. La contribución que puede hacer la minería al desarrollo de América Latina depende crucialmente del éxito en la gestión de su impacto social y ambiental.

1. Ramos (1998).

Las tensiones entre las tres dimensiones del desarrollo sustentable, a saber: lo económico, social y ambiental, son particularmente evidentes en la minería en América Latina. Su manejo requiere una adecuada relación entre diferentes grupos de agentes: los sectores público, privado, académico y laboral. Esto se percibe sobre todo a nivel regional y local, en aquellos lugares donde la minería es el principal sustento de la economía. En estos lugares los gobiernos locales, gremios privados, universidades regionales y organizaciones de la sociedad civil buscan nuevas formas de manejar estos desafíos. Esto se vincula con la tendencia perceptible en América Latina de que este tipo de agentes locales asumen un papel cada vez más importante en el diseño y la implementación de estrategias de desarrollo. El conjunto de estudios de caso aquí presentados indagan sobre todo en cómo los distintos grupos agentes interactúan para mejorar las bases competitivas del negocio de que todos dependen, así como para mejorar los impactos sociales y ambientales de la actividad minera.

Este libro es resultado del proyecto Cepal-CIID “Una estrategia de desarrollo a partir de *clusters* en recursos naturales: el caso de la minería”. El proyecto consistió en una serie de estudios de caso, realizados entre principios del año 1999 y finales del año 2000. Los estudios de caso fueron discutidos en un seminario internacional en Santiago en noviembre del año 2000. No es este libro acaso el único resultado del proyecto: se buscaban resultados prácticos tanto o más que un producto bibliográfico. El principal resultado buscado es que personas, estén ellas en la esfera pública, privada, ambiental o de organizaciones sociales, tengan una mayor comprensión de los factores que afectan las perspectivas económicas, sociales y ambientales de la minería en su localidad, para así poder contribuir mejor al diseño y la implementación de intervenciones concertadas para mejorar las mismas. Este libro espera ser instrumental en tal sentido.

Este capítulo introductorio se propone orientar al lector en cuanto a la línea de argumentación en este libro. En primera instancia, se refiere a la relación entre abundancia de recursos naturales, en particular mineros, y desarrollo. Hay varias razones teóricas que explican por qué la abundancia de recursos naturales no conduce necesariamente al desarrollo sustentable. Todas estas razones tienen que ver con el funcionamiento de la interacción entre agentes, en torno a la minería, en un espacio geográfico determinado. Esto es a lo que Ramos se refería con el concepto complejos productivos, lo

que la literatura anglosajona llama *clusters* y que en este libro son llamadas aglomeraciones. El segundo apartado de esta introducción tratará de convencer al lector que la vaguedad conceptual es importante y explica por qué se usa en este libro la palabra aglomeración.

De estas dos secciones teóricas surge la hipótesis que subyace a los trabajos hechos en el proyecto Cepal-CIID: la contribución de la minería al desarrollo depende de la interacción entre los agentes involucrados. Esta hipótesis es explorada en los diferentes estudios de caso desde distintos ángulos. La introducción termina orientando al lector en las diferentes aproximaciones utilizadas y plantea las preguntas centrales que este libro busca contestar a través de los estudios de caso.

1. LA PARADOJA DE LA ABUNDANCIA QUE EMPOBRECE

La abundancia de recursos naturales al parecer no ha posibilitado a América Latina en el último par de siglos de lograr un desempeño satisfactorio en términos económicos y sociales. La pregunta es si hay una relación causal entre la dotación de recursos naturales y el desempeño de las economías.

La tesis de la maldición de los recursos —que dice que su abundancia es la causa del menor crecimiento económico— ha sido explorada con estudios econométricos² que llegan a conclusiones disímiles. Sachs y Warner encuentran que la tasa de crecimiento del producto interno bruto está negativamente correlacionada con distintas medidas de abundancia de recursos naturales, en una muestra de 97 países usando series de tiempo que abarcan 20 años. Concluyen que esto no puede ser coincidencia y por consiguiente debe haber algo en la dotación de recursos naturales que explica el desempeño insatisfactorio.

Davis, por su parte, desarrolla un Índice de Dependencia de Minerales para 91 países y lo correlaciona con un amplio grupo de indicadores de desarrollo económico y social. Concluye que es difícil sostener que los países más dependientes de recursos minerales hayan tenido un desempeño económico y social menos satisfactorio que otros.

Estos son dos ejemplos de un cuerpo amplio de literatura que ilustran la dificultad de especificar bien las variables relevantes. Distintas especificaciones producen resultados opuestos, pero los autores por lo general llegan a conclusiones bastante parecidas: la relación causal pasa por la dimensión de las políticas económicas. No son los recursos naturales *per sé* sino las políticas económicas inadecuadas que causan el débil desempeño económico. No es inevitable que los países abundantes en recursos naturales tengan un crecimiento económico menor. Debe ser posible diseñar políticas adecuadas dada la dotación de recursos. Se podrían obtener importantes ganancias de bienestar de políticas adecuadas para economías dotadas con recursos naturales.

Para poder decir algo más sobre cuáles serían estas políticas económicas adecuadas, se debe indagar más en las supuestas relaciones causales que operan en el vínculo entre recursos naturales y crecimiento económico. La literatura económica sugiere tres principales líneas de causalidad. Existen también hipótesis extra-económicas, pero este libro se centra en las económicas.

² Sachs y Warner (1995), Davis (1995), Gavin y Hausman (1998), Altamirano (2000).

El primero de los razonamientos está muy vinculado a la historia misma de la Cepal. La demanda de productos primarios aumenta proporcionalmente menos que la demanda de servicios y productos manufacturados cuando el ingreso aumenta. La evidencia para la tesis Prebisch-Singer es a veces discutida, pero el razonamiento económico es muy sólido y el argumento mantiene su vigencia cincuenta años después de haber sido introducido. La consecuencia es que las economías que se especializan en exportaciones de productos primarios se enfrentan a una demanda externa menos dinámica y por consiguiente crecerán menos que economías con otro patrón de especialización exportadora. Prebisch y la Cepal recomendaron impulsar la industria manufacturera para generar otro tipo de especialización exportadora. A esta naciente industria habría que ofrecer una rentabilidad muy

atractiva y garantizar su mercado, por lo que se implementó el régimen de sustitución de importaciones. El sesgo anti-exportador implícito en este régimen significó, por lo general y sobre todo en las economías de menor tamaño, que no se alcanzara el objetivo de cambiar el perfil exportador. El diagnóstico parecía adecuado pero la política recomendada no funcionó de la manera esperada.

Hirschman³ presentó en los años cincuenta un razonamiento distinto pero coincidente con Prebisch en cuanto a la conclusión sobre la necesidad de impulsar la industria manufacturera y las recomendaciones de política. Introduce el concepto de encadenamientos productivos como factor explicativo central del proceso de desarrollo mismo. En su visión original, es la fuerza con la que ciertas inversiones productivas inducen otras inversiones relacionadas. Algunas inversiones o actividades económicas exhiben una fuerza inductora débil y no generarán desarrollo en la misma medida que otras actividades que conllevan una mayor fuerza inductora. Esta explicación del desarrollo pertenece a una corriente de ideas similares, entre las que el propio Hirschman menciona el “gran impulso” de Rosenstein-Rodan, “el despegue” a través del “sector líder” de Rostow, el “gran agujón” de Gerschenkron o el mínimo esfuerzo crítico de Leibenstein. La explicación del desarrollo que propuso Hirschman coincidía con la idea de que el desarrollo es intrínseco al desarrollo manufacturero, mucho más que al desarrollo agrícola o minero.

Tal vez de manera infortunada, dos circunstancias hicieron que la propuesta original de Hirschman se redujera a una aproximación mecánica al problema de las políticas de desarrollo. La primera era la reciente disponibilidad de matrices insumo-producto, que permitió operativizar de manera empírica al concepto de eslabonamientos. En el proceso, se redujo el concepto de Hirschman a la intensidad de las relaciones comprador-proveedor dentro y entre sectores económicos definidos por las (también nuevas) cuentas nacionales. La segunda fue la planificación del desarro-

³. Hirschman (1957) y (1977).

llo en el marco de estrategias de sustitución de importaciones, en la que se utilizaron los resultados de los análisis de eslabonamientos con las matrices insumo-producto para establecer prioridades de inversión pública en aquellos sectores que exhibieran mayores índices de eslabonamiento productivo.

Sería un error desechar las nociones de Hirschman junto con los instrumentos de planificación económica de antaño y la estrategia de industrialización vía sustitución de importaciones. El propio Hirschman se encargó a complejizar su noción de eslabonamientos y de distanciarse de la operativización empírica superficial. Introduce, por ejemplo, eslabonamientos del consumo, que es la fuerza con que el aumento del consumo de productos importados, que puede darse a raíz de un incremento de ingresos por exportaciones primarias, induce inversiones productivas para fabricar localmente estos productos de consumo. Irónicamente, los eslabonamientos de consumo significan que el desarrollo manufacturero puede darse a raíz de exportaciones agrícolas o mineras. Los países pueden desarrollar ventajas comparativas precisamente en productos de mayor importación. En 1987⁴ su concepto de eslabonamientos terminó siendo mucho más general e interpretativo que operativo, relacionando la forma del desarrollo económico, social y político a la constelación de eslabonamientos en una economía, usando el concepto para interpretar y explicar la compleja interacción entre tecnología, ideología, instituciones y desarrollo.

Un argumento moderno y más dinámico que sustentaría la tesis de la maldición de recursos naturales es que la manufactura conllevaría mayores efectos de aprendizaje y que impulsaría también en el resto de la economía un proceso más rápido de aumento de productividad. Una economía especializada en productos primarios no se beneficiaría, por tanto, de estas externalidades inherentes en la producción manufacturera⁵. El manifiesto de la Cepal de 1990 es otra expresión de este mismo argumento. Basado en los trabajos de Fajnzylber⁶, Cepal argumenta que progreso técnico y la aceleración de los incrementos de productividad son las claves para el crecimiento económico y el mejoramiento de los niveles de vida, y que éstas son consustanciales a los sectores de alta tecnología

y la producción de manufacturas no basadas en recursos naturales. La conclusión era que América Latina no alcanzaría un ritmo satisfactorio de crecimiento si no desarrollara una capacidad tecnológica endógena en sectores de vanguardia y no lograra exportar manufacturas intensivas en tecnología.

La recomendación de política más concreta era la de invertir en investigación y desarrollo tecnológico y de impulsar sectores intensivos en conocimiento. La práctica en América Latina en los años noventa no contiene muchos ejemplos de que estas

4. Hirschman, A. (1987).

5. Vea, por ejemplo, Sachs y Warner (1995).

6. Por ejemplo Fajnzylber (1990).

ideas se hayan traducido en políticas. Quizás el esfuerzo de atraer inversión extranjera directa para actividades de ensamble en sectores de vanguardia tecnológica, como en México y Costa Rica, podría considerarse una expresión diluida de este enfoque. Dichas actividades de ensamble bien pueden ser muy importantes para generar empleo, pero no parecen impulsar eslabonamientos productivos ni muchos vínculos con el aparato científico-tecnológico local, salvo en la parte de modernización de currículos en centros de formación profesional y académico. En todo caso, el establecimiento de estas actividades no es de mayor relevancia para el tema de políticas adecuadas para el desarrollo en países con abundantes recursos naturales; más bien es de nuevo, como en la época de sustitución de importaciones, la búsqueda de un motor de desarrollo independiente de la dotación de recursos del continente.

En resumen, existen tres grandes líneas de razonamiento económico que podrían dar sustento a la idea de que la abundancia de recursos naturales es un obstáculo más que una ventaja en el proceso de desarrollo. Los tres arriban a recomendaciones de política que significan de facto que lo mejor sería no hacer nada con los recursos naturales de la región o cuando menos no arrojan luz sobre la cuestión de cómo mejor aprovechar esta dotación de recursos.

La primera señala la inconveniencia para un país de especializarse en productos de exportación que tengan una demanda relativamente inelástica, pero no profundiza en los procesos que inciden en la transición de un perfil exportador a otro. Su recomendación central de política confiaba en que la intervención en la estructura de rentabilidades relativas por sí sola sería suficiente para inducir la sustitución de un tipo de exportaciones por otro. No analiza la pregunta cómo industrias evolucionan hacia productos más sofisticados y de mayor dinamismo de la demanda.

La segunda señala la importancia del efecto multiplicador y la fuerza con que ciertas inversiones inducen a otras, relacionadas. Las grandes inversiones en explotación y procesamiento de recursos naturales no tendrían efectos tan potentes sobre el resto de la economía que inversiones en la industria manufacturera. En forma caricaturizada, su implicancia de política sería que debe procurarse tener cadenas de producción completas y privilegiarse la inversión en actividades productivas que completen cadenas, relegando a un segundo plano las consideraciones de eficiencia en la asignación de recursos. No analiza cómo industrias evolucionan hacia la incorporación de nuevas funciones en sus cadenas productivas.

La tercera línea se fundamenta en la existencia de externalidades dinámicas, particularmente en la velocidad del aprendizaje, la innovación y el aumento de productividad. Éstas serían mayores en economías especializadas en actividades económicas de vanguardia tecnológica. Esta última argumentación suele postular, sin mayor evidencia empírica, que las exigencias tecnológicas en industrias extractivas de recursos naturales sean menores que en industrias manufactureras. No considera importante el aumento de productividad en la explotación de recursos naturales y su impacto en otras actividades económicas.

2. LA SOLUCIÓN ESTARÍA EN LAS AGLOMERACIONES (*CLUSTERS*)

¿Qué factores determinan que una industria evolucione hacia productos diferenciados con demanda más elástica? ¿Qué factores determinan que una industria incorpore nuevos eslabones en cadenas de producción? ¿Cuál es el espacio para innovaciones tecnológicas e incrementos de productividad en sectores de recursos naturales? ¿Cómo contribuye el aprendizaje en sectores de recursos naturales a la eficiencia de otras actividades económicas?

En los años noventa se desarrolló una literatura que aparentemente puede responder a estas interrogantes. La literatura anglosajona sobre *clusters* busca explicar precisamente los determinantes de estos procesos evolutivos.

Los cuatro fenómenos en las preguntas arriba, por ejemplo, se refieren a las cuatro formas de mejoramiento (*upgrading*) de una industria. Humphrey y Schmitz (2000) las denominan:

- *Mejoramiento de proceso*: empresas pueden mejorar procesos –transformar insumos en productos de forma más eficiente– mediante reorganización del sistema de producción o la introducción de nuevas tecnologías. Esto se vincula a la pregunta cuál es el espacio para innovaciones e incrementos de productividad en la explotación de recursos naturales.
- *Mejoramiento de producto*: empresas pueden mejorar productos moviéndose hacia líneas más sofisticadas de producto (i.e. que tienen valores unitarios más elevados). Esto se vincula a la pregunta cómo industrias evolucionan hacia productos diferenciados de mayor dinamismo de demanda.
- *Mejoramiento de función*: empresas pueden cumplir nuevas funciones en la cadena de producción como, por ejemplo, diseño o mercadeo. Esto se vincula a la pregunta cómo industrias evolucionan hacia la incorporación de nuevos eslabones en cadenas productivas.
- *Mejoramiento intesectorial*: empresas pueden aplicar competencias adquiridas en una determinada cadena productiva a otra. Esto se vincula a la cuestión cuán relevante puede ser el aprendizaje logrado a través de los recursos naturales para impulsar la productividad en otros sectores.

La palabra mejoramiento sugiere que hay procesos, productos, funciones y sectores “mejores” y otros “peores”. Esta noción está presente en la distinción que Porter (1990) hace entre ventajas competitivas “inferiores” y “superiores”. Hay varias formas de competir, algunas mejores que otras en el sentido de que unas contribuyen más que otras al desarrollo sostenible. Fajnzylber (1990) denominaba las primeras “competitividad auténtica” y las segundas “competitividad espúrea”. La ventaja “inferior” o la competitividad “espúrea” es típicamente la que se basa en menores costos. Este tipo de competitividad se caracteriza por la búsqueda incesante por abaratar costos y aumentar eficiencia en procesos y productos existentes sobre todas las cosas. De todas las formas de mejoramiento, la de proceso es la más relevante en estrategias de competitividad “inferiores”. La ventaja “superior” o la competitividad “auténtica” típicamente se caracteriza por la búsqueda de diferenciación y la prioridad que tiene la calidad por sobre el costo.

La capacidad de “mejorar”, ya sea en procesos, productos, funciones o sectores es prácticamente sinónimo de la capacidad de innovar en el sentido de Schumpeter. ¿Qué determina la capacidad de “mejorar” o innovar? En el análisis original de Schumpeter, el cambio técnico (inventos) era algo exógeno a la economía y las aplicaciones comerciales (innovaciones) dependían del “espíritu animal” de los empresarios talentosos. En sus trabajos posteriores empezó a endogenizar la explicación del cambio técnico en su teoría, al reconocer la importancia del proceso de investigación y desarrollo en las empresas mayores. La ocurrencia de innovaciones se explica entonces por el esfuerzo de investigación y desarrollo de las empresas, determinada por la capacidad de apropiarse de los beneficios de la inversión, relacionado con la capacidad de incidir en la formación de precios. Es un análisis que privilegia los determinantes de la oferta tecnológica.

Medio siglo después, Porter introduce con fuerza los determinantes de la demanda. Distingue cinco fuerzas competitivas que explican el surgimiento de innovaciones, que pueden agruparse en dos ámbitos: presión (competidores existentes, potenciales entrantes y productos sustitutivos) y poder (de negociación, con consumidores y proveedores). Simplificando, se puede presentar el argumento de la siguiente forma. Una empresa innova si siente presión en su mercado y no tiene poder de negociación que lo proteja. Si no innova, sucumbe. Las formas de innovación también son dos: reducir costos o diferenciarse. La opción elegida depende de la visión estratégica de la empresa. A la larga, la diferenciación otorga una competitividad más duradera que la estrategia de reducción de costos.

De esta forma, Porter básicamente explica cómo la presión del mercado y las exigencias de los consumidores generan aprendizaje en las empresas. No explica cómo en una economía se construyen las capacidades tecnológicas requeridas por las empresas que buscan diferenciarse. Toma como dadas las capacidades existentes y argumenta que las empresas se enlazan con éstas para construir ventajas competitivas.

La escuela neoschumpeteriana o evolucionista ha avanzado en la síntesis de las fuerzas de oferta y demanda que explican el proceso de innovaciones. Lundvall⁷ llega a la conclusión que el desempeño económico de individuos, empresas, regiones y países depende ahora directamente de la capacidad de aprendizaje y adaptación a

⁷. Lundvall y Borras (1997).

las cambiantes condiciones tecnológicas y de mercado. En la “economía del aprendizaje” los determinantes del éxito son el grado de exposición al cambio y las capacidades de adquirir información y conocimiento para construir nuevas competencias; es decir, la capacidad de asimilar el cambio, aprender, adaptarse y por último producir nuevos cambios, innovar. La recomendación de política es en esencia aumentar el grado de apertura y mejorar la capacidad, sobre todo de los elementos más débiles en una sociedad, por enfrentar el cambio. En su modelo explicativo de la capacidad de aprendizaje, Lundvall señala dos elementos (grado de exposición y capacidad) esencialmente muy parecidas a las fuerzas que distingue Porter (presión y poder).

Lundvall y Borras observan, igual que Porter, que el éxito no se da en forma aislada en individuos y empresas. Esto lo explican porque el conocimiento es difícilmente transable. Información y conocimiento codificado pueden ser trasladados fácilmente alrededor del mundo, pero el conocimiento tácito (saber cómo) no lo es. Elementos cruciales del conocimiento siguen siendo específicos y tácitos, insertos en organizaciones, personas y localidades. Esta es la principal razón porque la especialización productiva internacional no cambia fácilmente y porque brechas de productividad persisten entre regiones y países.

La observación de la importancia de la proximidad geográfica es de larga tradición en la disciplina económica. Marshall (1890) introdujo el concepto de externalidades por aglomeración, que son beneficios o ventajas que obtiene la empresa por estar cerca de otras. El caso típico es la disponibilidad de una masa crítica de recursos humanos calificados lo que reduce para la empresa el costo de buscar y reclutar personal adecuado. En el mismo sentido, la disponibilidad de información comercial y tecnológica especializada es un claro ejemplo de externalidad positiva. Marshall también acuñó el término de “distritos industriales” para aquellos lugares donde las externalidades de aglomeración son particularmente intensas.

En la corriente neoschumpeteriana, la importancia de la proximidad geográfica no se analiza solamente en términos de la existencia de ciertos bienes públicos o colectivos como recursos humanos o información, o en la fuerza del efecto multiplicador o la reducción de costos de transacción; se analiza la importancia de la proximidad en términos de aprendizaje y adaptación.

Aprendizaje por interacción entre empresas es importante sobre todo para la difusión del conocimiento específico y tácito y se da en forma espontánea (por imitación) u organizado, con la creación de instituciones colectivas de capacitación, investigación y desarrollo o la generación de

información. Ambas son formas posibles de los llamados Sistemas Regionales de Innovación, concepto con el que la teoría de las ventajas competitivas a través de *clusters* tiene mucha afinidad⁸.

⁸. De la Mothe y Gilles (1998).

Un paso más allá es reconocer el beneficio potencial de la acción colectiva para resolver problemas comunes o para construir mayor eficiencia colectiva. Para Schmitz⁹, el enfoque de las externalidades es insuficiente porque apunta a efectos secundarios, no-intencionales de la cercanía geográfica. El enfoque de eficiencia colectiva permite entender los esfuerzos intencionales como algo beneficioso para el desarrollo. Esto contrasta con la tendencia de la economía neoclásica de interpretar la cooperación entre empresas como algo que obstaculiza el funcionamiento de las fuerzas de mercado (colusión) y por tanto es nocivo para el desarrollo.

En resumen, mejoramiento o innovación en procesos, productos, funciones o sectores está en función de cercanía geográfica porque ésta aumenta la presión (de competidores, de consumidores) y mejora la capacidad de respuesta. Esto último tiene componentes estáticos que mejoran la eficiencia y dinámicos que estimulan el conocimiento tácito y el aprendizaje por interacción. Si a partir de la minería buscamos impulsar la evolución hacia productos diferenciados, la incorporación de nuevos eslabones en cadenas productivas, el surgimiento de sectores distintos, debemos entender cómo funciona en América Latina la interacción entre agentes en las aglomeraciones en torno a la minería.

3. LA FUERZA DE UN CONCEPTO DIFUSO

¿Qué son *clusters*, complejos productivos o aglomeraciones? ¿Cuál es el objeto de estudio? Al principio, el presente proyecto enfocaba por sobre todo las compras de bienes por parte de grandes empresas mineras. La idea implícita era buscar aquellas adquisiciones que podrían hacerse dentro del país, pero se importaban. En particular los estudios de Southern Perú y de la minera Yanacocha en Perú, y el estudio del bauxita en Brasil empezaron así. El estudio de las relaciones comprador-proveedor en la región de Antofagasta ya no se enfoca tanto en qué se podría comprar localmente, sino más bien en la pregunta qué es lo que falla en la relación entre grandes minas y pequeños proveedores locales.

Se fue abandonando de a poco el marcado énfasis en el proceso de transformación físico del recurso, que se apoyaba en análisis de matrices insumo-producto y trataba de visualizar eslabones en la cadena productiva que pudieran incorporarse. En cambio, se fue dando mayor atención a los servicios de apoyo a la producción y a intangibles como el proceso de generación de capacidades locales de aprendizaje e innovación como claves para la competitividad sostenible. También se fue reorientando el interés del proyecto desde estrategias a nivel nacional hacia políticas subnacionales –regionales y locales– de apoyo a la competitividad minera. Por último, desde un

⁹. Schmitz (1997).

enfoque que privilegiaba el análisis de una o pocas empresas grandes y sus compras de insumos y maquinaria se transitó hacia el análisis de las relaciones entre empresas, también las pequeñas, e instituciones vinculadas a la minería.

La definición que se fue dando en el presente proyecto al término *cluster* implicaba una concentración geográfica de empresas e instituciones en torno a la minería, donde se podía observar un proceso endógeno de innovación o mejoramiento de ventajas competitivas. En el seminario internacional en noviembre 2000, se discutió mucho sobre la pregunta si en América Latina existían tales concentraciones, sobre todo porque los asistentes no percibían esta capacidad endógena de innovación. Existen, desde luego, lugares en América Latina donde la minería es la principal actividad económica, pero sin una dinámica innovadora muy clara. En la mayoría de los casos, se podría catalogar a estas concentraciones simplemente como aglomeraciones de empresas, en que se

pueden advertir a lo sumo ciertas economías de aglomeración. Cabe la pregunta, entonces, por qué dichas aglomeraciones no exhiben esta capacidad innovadora.

Todo esto hace difuso el objeto de estudio. Durante el proyecto, se utilizó la palabra inglesa *cluster*, que cubre también en la literatura un grupo heterogéneo de objetos de estudio.

Los niveles de análisis en los estudios de *cluster* varían de pequeños grupos de empresas hasta sectores grandes en una economía. Este proyecto se concentró en el nivel sectorial o meso, según la siguiente clasificación de Roelandt y Den Hertog (1997)¹⁰.

Cuadro I-1
NIVELES DE ANÁLISIS Y CONCEPTOS DE CLUSTER

Nivel de análisis	Concepto de <i>cluster</i>	Objeto de análisis	Ejemplo
Nacional – macro	Enlaces sectoriales ¹¹ en una estructura económica	Especialización comercial de una economía	La minería en Chile y coeficientes insumo-producto con otros sectores de la economía.
Sectorial – meso	Enlaces inter e intraindustriales	Ventajas competitivas estratégicas	La minería de cobre en la segunda región de Chile y los servicios de ingeniería locales.
Empresarial – micro	Contactos empresariales	Planes de negocios y proyectos colaborativos	El grupo de empresas que lanzó el proyecto del puerto de Mejillones.

Fuente: adaptado de Roelandt y Den Hertog.

¹⁰. Roelandt y Den Hertog, 1997.

¹¹. En castellano puede no ser del todo clara la distinción entre sector e industria. Aquí sector denomina un nivel mayor de agregación que industria. Ej: el sector agrícola; la industria vitivinícola.

En el nivel de mayor agregación se establecen las grandes áreas de especialización productiva de una economía y se analiza el grado de interrelación entre los grandes sectores de una economía. En algunos trabajos del grupo Monitor, una de las empresas de consultoría que más han trabajado en estrategias nacionales de competitividad en América Latina, se habla de la “huella digital” de una economía (nacional o regional), distinguiendo por ejemplo entre los sectores de “entretenimiento y deportes”, “alimentos” o “servicios profesionales”. Drejer *et al.* hablan de los “campos de recursos” (*resource areas*)¹². En cambio, a nivel micro se trata de grupos pequeños de empresarios dispuestos a tomar iniciativas conjuntas de utilidad directa y tangible para cada uno de los participantes. El presente proyecto, en cambio, se orienta al nivel intermedio entre el de los pequeños grupos organizados formalmente para conseguir un objetivo o meta precisa, por un lado, y el de los macrosectores en una economía, por otra. El nivel intermedio es una concentración geográfica y sectorial de decenas o cientos de empresas e instituciones que exhibe una posición estratégica en el mercado y hasta cierto punto un dominio colectivo de tecnología, información y conocimiento.

El concepto cruza definiciones tradicionales. No coincide con las clasificaciones de comercio o cuentas nacionales; no necesariamente coincide con las fronteras de la administración pública municipal o regional. Organizaciones académicas, privadas y otras no-gubernamentales tampoco necesariamente cubren exactamente al conjunto de empresas que conformarían el *cluster*. Es más, los agentes que lo conforman son un grupo volátil. Precisamente por ello el paralelismo que sugiere el concepto *cluster* con la ciencia química es tan atractivo. En la química un *cluster* es una conformación temporal de átomos que otorga características particulares a compuestos metálicos¹³. En textos sobre química en castellano, no se traduce la palabra *cluster*.

La concentración geográfica se refiere a las empresas, no necesariamente al proceso productivo o a los mercados, que pueden darse en distintos espacios geográficos. Jacobs y De Man¹⁴ ofrecen una tipología que cruza la variable geográfica del mercado con la variable geográfica de la producción, de la siguiente manera y con ejemplos de la situación en los Países Bajos (Cuadro I-2).

La variable geográfica de la red de producción distingue entre *clusters* que se apoyan, vía encadenamientos hacia atrás, en redes de producción globales, regionales (en el sentido de supranacionales, en este caso europeos), nacionales o locales. El *cluster* del transporte internacional en los Países Bajos sería, en este caso, una con-

¹². Drejer *et al.* (1997).

¹³. “Clusters are essential model systems for the understanding of the relationship between microscopic and macroscopic properties of theoretically and technologically important compounds. Clusters are often found as fundamental structural units in compounds with special physical properties, such as super- or semi-conductors”. (Professor Lars Kloo, <http://www.inorg.kth.se/Research/Kloo/Index.html>).

¹⁴. Jacobs y De Man (1997).

centración geográfica de empresas especializadas, pero fuertemente insertada en una red global de producción del servicio y orientada a un mercado global. En cambio, el *cluster* de las flores frescas tiene encadenamientos hacia atrás casi solamente con empresas locales, y su mercado es global.

El cuadro I-2 permite superar la idea de que los *clusters* por definición tienen cadenas de producción completamente locales, desde la provisión de materia prima hasta los consumidores. En algunos hay eslabones que se encuentran geográficamente lejos. Estas cadenas pueden ser la provisión de materia prima y partes del proceso productivo (red de producción) o bien los consumidores y los canales de comercialización (mercado). En particular, en los *clusters* en torno a recursos naturales en América Latina, los mercados suelen estar fuera de la región.

Cuadro I-2
LA DIMENSIÓN GEOGRÁFICA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Producción	Mercado		
	Global	Regional	Nacional
Global	Transporte internacional	Bicicletas	TV Cable
Regional		Camiones	
Nacional	Máquinas para lechería; yates		Yates (segmento inferior)
Local	Flores, construcción de invernaderos	Tomates, fotocopiadoras	Construcción

Fuente: Jacobs y De Man.

Se trata de un típico concepto difuso¹⁵, sin definición operativa comúnmente aceptada, por lo que los diferentes investigadores hicieron su trabajo con marcos conceptuales no siempre idénticos, enfocando distintas dimensiones en esta temática. La fortaleza de este tipo de concepto es que se puede amoldar fácilmente a la heterogénea realidad de cada caso. Se adapta bien a espacios geográficos de distinto tamaño, a grupos empresariales de conformación variable y a marcos institucionales disímiles. Sirve bien para estudios de tipo investigación-acción. En el fondo, cada estudio de caso de *clusters* o aglomeraciones, por más *sui géneris* que sea, plantea la pregunta central sobre la estrategia de mejoramiento de un conjunto de actores con intereses comunes. Tal vez por esto el concepto ha llamado tanto la atención y sirve para movilizar esfuerzos colectivos en contextos distintos.

4. ENFOQUES USADOS EN LOS ESTUDIOS DE CASO Y PREGUNTAS CENTRALES DE LA COLECCIÓN

La definición del objeto de estudio y el énfasis en los estudios de caso se fue cambiando en el transcurso del proyecto. Esto refleja un patrón de aprendizaje. Uno de los trabajos más tempranos que se incluyen en el presente libro es el de Katz, Cáceres y Cárdenas sobre la estrategia tecnológica de empresas en la minería chilena. Su pregunta específica es cómo las variables macro, meso o microeconómicas inciden en las estrategias de las empresas y cómo las variables en estos tres niveles se relacionan mutuamente. El trabajo utiliza como espacio geográfico a Chile y trabaja con cuatro empresas reales consideradas representativas. Este trabajo no tiene la cercanía geográfica y las ventajas de concentración como objeto de estudio, pero sus conclusiones son muy relevantes en el marco de la investigación sobre aglomeraciones mineras.

Otros dos trabajos que se iniciaron tempranamente en el proyecto se refieren a los estudios de caso en Perú, donde la pregunta original era qué compran algunas grandes empresas mineras, en particular Yanacocha (hecho por Juana Kuramoto) y Southern Peru Mining Co. (hecho por Jorge Torres) a sus proveedores nacionales de bienes. Ambos estudios hicieron también un análisis de la cadena productiva en minería a nivel nacional, por lo que se incluye en la presente colección esta visión macro o nacional acerca del caso peruano. En el transcurso del proyecto estos estudios fueron otorgando mayor énfasis a la dimensión geográfica local y a las relaciones con proveedores de servicios e instituciones locales. Aunque los casos son ilustrativos de cómo grandes empresas transnacionales dedicadas a la minería se relacionan con su entorno local, en particular Juana Kuramoto se quedó inconforme con la calidad de estas relaciones, sobre todo las que tienen que ver con aprendizaje por interacción. Ella logró hacer posteriormente otro estudio de caso, involucrando un proyecto minero de tamaño menor y de capital nacional, Tamboraque, a través del cual se muestra la posibilidad de interacción entre empresas y aprendizaje colectivo.

También el trabajo de Chami sobre bauxita en el noreste de Brasil empezó con la idea de explorar qué eslabones en la cadena de producción del aluminio podían incorporarse en la actividad de tres empresas parte de un *holding* propiedad de la compañía Vale do Rio Doce. En el transcurso de la investigación fue desechando la idea de que era posible incorporar otras fases en la cadena de producción. Su orientación cambió a la relación entre estas grandes inversiones y el desarrollo económico de las localidades donde se encuentran las plantas y terminó explorando tal vez una de las posibilidades más interesantes de mejoramiento intersectorial que ofrece la minería, a través del desarrollo de conocimiento sobre el manejo del medio ambiente.

Se solicitó un trabajo fuera de América Latina para tener un punto de comparación con un *cluster* virtuoso y desarrollado. El trabajo sobre Canadá realizado por Archibald Ritter, pretende mostrar una visión general de las actividades económicas relacionadas con la minería en el país y cómo fueron cambiando las ventajas competitivas. Para atender a la pregunta central del proyecto sobre cómo esto se ve desde una perspectiva más local, se incluyó un acápite sobre el desarrollo de la aglomeración productiva en torno a la minería en Sudbury.

Al final del proyecto se incorporaron dos estudios que, simplemente, preguntaban qué pasaba con las ventajas competitivas y el aprendizaje por interacción en dos lugares en que la minería es la única actividad económica de relevancia. Uno se refiere a Oruro en Bolivia, y el estudio hecho por Fernando Loayza e Ismael Franco entrega un interesante caso de un lugar que vio el auge y la declinación de la minería del estaño, para posteriormente recuperarse con una minería polimetálica. Otro se refiere a Remedios, en Colombia, donde una empresa grande y un gran grupo de pequeños mineros informales conviven en un espacio geográfico pequeño.

Además, se aprovechó la circunstancia de que Malaika Culverwell había pasado dos años en la región de Antofagasta, en el norte de Chile, para hacer entrevistas para su tesis de doctorado sobre las relaciones entre grandes empresas mineras y sus proveedores locales. Ella aportó un estudio sobre los factores que inciden en esta relación.

Los trabajos hechos sobre el caso de Chile se complementan con un artículo de Jorge Beckel, quien exploró quizás la pregunta más esencial de esta colección sobre aglomeraciones mineras. ¿Cómo se produce y se difunde una innovación en una aglomeración minera? En particular, la pregunta de su investigación era: ¿cómo se dio el proceso de innovación tecnológica conocida como la introducción de la lixiviación en pilas por capas delgadas, en particular su variante bacteriana, y cuál era la importancia de las interacciones entre empresas e instituciones en la minería cuprífera chilena en este proceso?

Al final, la colección de artículos en el presente volumen debe servir para contestar las siguientes preguntas elementales.

¿Qué ventajas competitivas tienen las aglomeraciones en torno a la minería en América Latina, cómo han evolucionado en el tiempo estas ventajas y qué factores determinaron esta evolución?

¿Cuál ha sido el papel del gobierno en el desempeño de las aglomeraciones?

Por último, la pregunta que se desea contestar es la relacionada con las políticas para impulsar el mejoramiento de las ventajas competitivas. Esta pregunta se puede formular como:

¿Qué estrategias y acciones colectivas, públicas y privadas, pueden potenciar la capacidad de mejoramiento de ventajas competitivas en las aglomeraciones en torno a la minería en América Latina?

Estos interrogantes y las lecciones que arrojan los estudios de caso son retomados en el capítulo final del libro.

Página intencionalmente en blanco.

Capítulo II

LA AGLOMERACIÓN EN TORNO A LA MINERÍA EN CANADÁ: ESTRUCTURA, EVOLUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Archibald R.M. Ritter

INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XX se desarrolló en el Canadá un vasto sector minero y una amplia gama de actividades económicas en torno a la minería. En algunos aspectos, el grado de evolución de las actividades económicas conexas basadas en el sector minero ha sido realmente extraordinario. En otros, como por ejemplo la producción de maquinaria y equipo para la explotación minera a cielo abierto, el desarrollo ha sido mucho menor.

Este capítulo describe y analiza las características de la aglomeración en torno al sector minero de Canadá, para explicar su evolución y evaluar su funcionamiento. El apartado 2 describe los principales componentes del *cluster* minero en Canadá, iniciando con la exploración, extracción y procesamiento de minerales, pasando por la producción de maquinaria y equipo para terminar con los distintos tipos de servicios vinculados a la minería. El tercer apartado profundiza la contribución de las políticas públicas a la conformación del *cluster* y el cuarto presenta el caso del surgimiento de una

metrópolis minera, como es el caso de Sudbury, el principal centro urbano de la región minera de roca dura del centro de Canadá.

El *cluster* minero, en la acepción aquí utilizada, abarca una amplia gama de actividades económicas en torno a la minería y los minerales en el país. Se incluye aquí todo lo referente a minerales con excepción del gas natural y el petróleo, que son totalmente diferentes en lo que se refiere a su extracción, tratamiento, uso final y características de mercado. Los minerales incluidos abarcan los metales, los minerales no metálicos y los materiales estructurales como la piedra, el cemento, la cal y los áridos¹.

¹. Las arenas alquitranadas, que son una fuente muy importante de petróleo en Canadá, deberían probablemente incluirse en el *cluster* minero, ya que la extracción de minerales es un tipo de explotación minera a cielo abierto. Sin embargo, en las estadísticas y análisis oficiales canadienses, las actividades relacionadas con las arenas alquitranadas se consideran junto con el petróleo.

1. LA AGLOMERACIÓN MINERA EN CANADÁ

1.1 La base de la aglomeración: los minerales

a) Importancia económica de la extracción y procesamiento de minerales en Canadá

La base de la aglomeración es la exploración, extracción y procesamiento de minerales y la construcción de minas. El valor total de los minerales extraídos, incluido el carbón pero excluidos el petróleo y el gas natural, osciló entre 18.300 millones y 19.400 millones de dólares canadienses (Can\$)² por año entre 1995 y 1998 o aproximadamente 2,3% del PIB. Entre los productos minerales de Canadá se destacan especialmente el cobre, el oro, el mineral de hierro, el níquel, el zinc, la potasa y el carbón. Otros que alcanzan valores de producción anuales superiores a los Can\$ 100 millones son el cobalto, el plomo, los metales del grupo del platino, la plata, el uranio, el amianto, la turba, la cal, la arena y la grava y los materiales arcillosos.

El valor de las exportaciones de minerales y productos minerales superó los Can\$ 45.000 millones en 1998 (cuadro 2). En esta cifra se incluyeron no solamente los minerales y los productos fundidos o refinados, sino también productos (semi) terminados. Entre los productos exportados destacan nuevamente el aluminio, el cobre, el oro, el mineral de hierro, el níquel, el zinc, la potasa y el carbón, a los que se sumaron el cemento, el hierro y el acero, cuyas exportaciones superaron los Can\$ 1.000 millones.

El empleo en las actividades de extracción y tratamiento fue de 107.612 personas (0,7% del empleo total) en 1998. Esto representa una disminución de alrededor del 38% en comparación con los años setenta, que puede mayormente atribuirse a cambios tecnológicos que desplazaron mano de obra, sobre todo en las actividades de extracción de minerales. En cambio, en la producción de productos intermedios y terminados, los niveles de empleo se han mantenido, y a fines del decenio de 1990 inclusive superaron los niveles anteriores.

Los minerales se extraen de una gran cantidad de minas. De acuerdo con un estudio reciente³ existen en Canadá unas 67 minas que producen más de 200.000 toneladas de mineral por año. También hay más de 80 minas de menor tamaño, así como un gran número de canteras y una cantidad aún mayor de canteras de arena, tal vez más de 2.000⁴. Estas minas, que existen como forma de aprovechar la dotación de recursos minerales del Canadá, son la base de la aglomeración.

². El dólar canadiense es aproximadamente equivalente a 0.65-0.70 dólares estadounidenses.

³. *Mining Magazine*, enero de 2000, págs. 25 a 32.

⁴. NRC 2000, pág. 11.

Cuadro II-1
PRODUCCIÓN DE MINERALES EN CANADÁ, 1998

	Unidad (miles)	1998	
		(Cantidad)	(miles de Can\$)
METALES			
Cobalto	Kg.	2 324	167 696
Cobre	Kg.	688 576	1 693 209
Metales del grupo del platino	G	14 522	222 883
Mineral de hierro	T	38 908	1 584 146
Níquel	Kg.	200 908	1 419 418
Oro	G	166 089	2 322 417
Plata	Kg.	1 115	293 488
Plomo	Kg.	151 708	118 029
Zinc	Kg.	987 361	1 486 966
Total de metales			10 318 910
NO METALES			
Amianto	T	320	167 200
Potasa	T	8 969	1 666 978
Sal	T	13 192	399 520
Turba	T	1 127	169 747
Total de no metales	T		3 277 231
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN			
Materiales arcillosos			135 319
Cemento	T	12 064	1 126 875
Cal	T	2 514	220 509
Arena y grava	T	217 650	819 893
Piedra	T	95 998	646 198
Total de materiales de construcción			2 948 794
Total minerales, excepto combustibles			16 544 935

Fuente: *Natural Resources Canada (NRC)*: Oficina de Estadísticas (Canadá)

Hay, asimismo, una gran cantidad de plantas de tratamiento de minerales. La mayoría de las minas tienen establecimientos adyacentes o cercanos en los que se extrae un concentrado del mineral crudo. En el caso de los minerales metálicos, también existe un gran número de fundiciones y refinerías. En el caso de los minerales no metálicos, generalmente hay plantas de tratamiento en el propio sitio minero o cerca de éste, de las que salen productos altamente elaborados, a menudo cercanos al producto final.

Cuadro II-2
EXPORTACIONES CANADIENSES DE MINERALES NO COMBUSTIBLES:
MILLONES DE DÓLARES CANADIENSES, EN 1998

Minerales	Millones de Can\$
I. Metálicos	
Aluminio	7.137
Cobalto	464
Cobre	2.385
Hierro y acero	9.606
Mineral de hierro	1.286
Níquel	1.903
Oro	3.384
Plata	507
Uranio y torio	786
Zinc	1.526
Otros	5.671
TOTAL	34.655
II. No metálicos	
Azufre y compuestos de azufre	356
Potasa	1.979
Sal y compuestos de sodio	542
Otros	4.152
TOTAL	7.029
III. Materiales de construcción	
Cemento	629
Piedra	153
Otros	194
TOTAL	976
TOTAL DE EXPORTACIONES DE MINERALES excluidos el petróleo y el gas natural	45.434

Fuente: *Natural Resources Canada, Canadian Minerals Yearbook, 1998, Ottawa, Canadá, pág. 64.14.*

Cuadro II-3 EL EMPLEO EN EL SECTOR MINERO DE CANADÁ

	Extracción y concentración	Fundición y refinación	Semi- terminados	Productos finales	Total
1961	74.829	64.687	77.063	88.014	304.593
1971	86.445	86.046	95.831	120.248	378.570
1981	89.286	77.868	103.192	141.523	411.869
1991	57.930	66.943	87.091	141.001	352.965
1996	50.378	58.719	83.366	137.881	330.344
1998	48.024	59.588	94.134	157.764	359.510

Fuente: *Natural Resources Canada, Canadian Minerals Yearbook, 1998, Ottawa, Canadá, págs. 64.21 a 64.26.*

Las actividades de exploración de minerales y construcción de minas en Canadá está a cargo de grandes productores integrados, grandes empresas de explotación de minas, empresas medianas de exploración y pequeños exploradores y prospectores. En total hubo unas 609 empresas que realizaron actividades de exploración en 1998, que en conjunto gastaron Can\$ 600 millones. De esas 609 empresas, 108 tenían presupuestos de exploración superiores a Can\$ 1 millón⁵. La composición de los gastos de exploración es particularmente volátil o cíclica, y depende sobre todo de los precios de los minerales. Las actividades de exploración de minerales generan por cierto una importante demanda de una gran variedad de insumos en términos de bienes y servicios.

Un estudio insumo-producto del sector minero⁶ estimó la contribución del sector a la demanda efectiva total en Can\$ 11.300 millones en 1992. Se calculó que el empleo generado en las actividades de producción de los insumos utilizados por el sector minero era de 149.284 personas. Esta cifra puede compararse con el nivel de empleo total en el sector minero propiamente dicho (desde la extracción hasta la refinación de minerales), que fue de 107.612 personas en 1998. A éstos se sumaban otros 251.898 trabajadores, empleados en las etapas siguientes del proceso de tratamiento de los minerales y la fabricación de metales. Estas cifras muestran la importancia de la base de la aglomeración, tanto para generar actividad económica como para crear empleo.

b) La inserción internacional de la aglomeración productiva en torno a la minería canadiense

La economía minera canadiense se ha integrado en la economía minera mundial. Las diversas actividades que se aglomeran en torno a la minería en Canadá se realizan actualmente para el mercado mundial y no solamente el canadiense.

Algunas empresas canadienses han tenido actividades fuera de Canadá durante varias décadas. Sin embargo, durante los años noventa se produjo una rápida internacionalización de las actividades de las empresas mineras canadienses, que invirtieron en proyectos en el extranjero, en la exploración de minerales y la construcción de minas. Para el año 2000, el sector se había “mundializado” considerablemente.

El ingreso de empresas canadienses en el ámbito minero internacional tiene importantes consecuencias para el resto de la aglomeración en Canadá. Las empresas canadienses que realizan actividades en el extranjero, compran una amplia gama de

⁵. Grupo de trabajo intergubernamental canadiense, 2000, págs. 9 y 10.

⁶. Dungan, 1997.

insumos productivos en términos de bienes y servicios a proveedores canadienses, por motivos de familiaridad, confianza y facilidad de comunicación, así como por motivos tecnológicos y económicos.

Las actividades de minería en el exterior, en las que las empresas canadienses tienen una participación importante, también sirven como parte de la base para la articulación y la expansión de la aglomeración dentro de Canadá. Al mismo tiempo, el vigor de la aglomeración en Canadá ha respaldado y facilitado el movimiento de empresas mineras hacia otras partes del mundo.

A mediados del año 2000, la participación de empresas mineras canadienses en actividades de minería en el exterior se extendía a 148 operaciones de producción, así como a unos 48 proyectos en la etapa de estudios de viabilidad y 13 en la etapa de construcción de minas, en 54 países diferentes⁷.

Las empresas canadienses también desempeñaban un activo papel en la fase de exploración y participaban en aproximadamente 6.600 proyectos de exploración en unos 100 países. Entre 1997 y 1998, la participación de empresas canadienses en los presupuestos de exploración de todas las empresas más grandes osciló entre el 31% y el 34% aproximadamente. Estas estimaciones no incluyen los gastos de los prospectores y las empresas de exploración en pequeña escala, con presupuestos de exploración inferiores a los Can\$ 4 millones, y por tanto no reflejan exactamente el valor de todos los gastos de exploración.

Chile, México, Perú y Argentina –después de Estados Unidos– fueron los destinos principales de las inversiones de las grandes empresas canadienses en actividades de exploración. Los datos de México sobre las actividades de exploración pueden dar una idea adicional del papel internacional de las empresas de exploración. De un total de 109 empresas extranjeras de exploración con actividades en ese país en 1998, 71 eran canadienses. En segundo lugar estaba Estados Unidos, con 27 empresas de exploración, y en tercer lugar Australia, con tres⁸.

Es indudable que las tendencias registradas en las actividades de exploración de minerales influirán en la conformación futura de las actividades del sector minero internacional. Ello a su vez repercutirá

en la evolución de las aglomeraciones mineras y en el grado de especialización de los distintos países. La capacidad de países como Canadá y los de América Latina para desarrollar sus aglomeraciones mineras dependerá de la eficacia con que logren conquistar sus propios mercados y otros emergentes, para colocar la amplia gama de bienes y servicios que son insumos de los procesos mineros.

7. Natural Resources Canada, 2000, *Canadian Suppliers*, págs. 9 a 13.

8. Gobierno de México, Secretaría de Comercio, 1998, Cuadro 16.

1.2 Otros componentes de la aglomeración

a) La industria de la maquinaria y equipo de minería

La industria de la maquinaria y equipo de minería de Canadá surgió principalmente para abastecer al sector minero canadiense, pero hoy día está plenamente integrada en la industria mundial. Una mina típica, tanto en Canadá como en la mayor parte del mundo, utiliza normalmente equipo producido en muchos países. A lo largo de su historia, la industria canadiense evolucionó, sobre todo con miras a proveer de maquinaria y equipo a las minas subterráneas de roca dura, en el contexto de un entorno comercial relativamente abierto y ubicado junto a Estados Unidos, que ha estado a la vanguardia en la industria de equipo minero.

En términos generales, la industria canadiense de la maquinaria y equipo de minería es una industria que se destaca en todas las etapas de la prospección, la exploración y las perforaciones de exploración. También es razonablemente buena en una amplia gama de equipos subterráneos. Otro de sus puntos razonablemente fuertes parece ser la producción de equipo de tratamiento de minerales. En cambio, tiene un muy pobre desempeño en lo que respecta a la mayoría de las líneas de equipo de explotación minera a cielo abierto.

El surgimiento de una amplia gama de empresas que producen diversos tipos de *instrumentos de prospección desde el aire*, así como programas de computadora conexos y toda clase de equipos de exploración, constituye uno de los logros más importantes de Canadá. Se trata de una combinación armoniosa, del lado de la oferta, de conocimientos especializados en materia de reconocimiento aéreo geocientífico e informática, por una parte, con una trayectoria de estudios geológicos financiados con fondos públicos, por la otra, todo ello sobre la base de una generosa dotación de recursos minerales. Estas empresas son proveedoras de instrumentos y servicios aéreos a nivel mundial. Se estima que la demanda de este tipo de equipo seguirá siendo relativamente intensa a medida que aumente su sensibilidad. Canadá se destaca también particularmente en la producción de equipos de sondeo de prospección (perforadoras de exploración, torres, brocas y accesorios, sondas) e instrumentos geofísicos instalados en tierra y de laboratorio.

En lo que respecta a la producción de *equipo de perforación y voladura*, Canadá se destaca en algunos aspectos. Uno de sus puntos fuertes son los equipos de perforación para la construcción de minas. También se destaca razonablemente en lo que se refiere al equipo de perforación subterránea para la extracción de minerales, o la “perforación de producción”, con varias empresas importantes y competitivas a nivel internacional, así como muchas otras empresas más pequeñas. También se produce una gran variedad de vehículos utilitarios con sistemas de perforación, voladura y otras aplicaciones.

Uno de los aspectos en que Canadá tiene un desempeño particularmente pobre es el de los *equipos de explotación minera a cielo abierto*. Si bien en la década de 1980 hubo cierta producción de maquinaria pesada de explotación minera a cielo abierto, para el año 2000 prácticamente toda la maquinaria de ese tipo era importada. Actualmente parecería que los grandes camiones todo terreno de transporte de carga, las palas cargadoras frontales más grandes, los *crawlers* y hasta gran parte del equipo de voladura, son importados. Esto es de lamentar, ya que hay una tendencia a abandonar la minería subterránea y preferir la explotación minera a cielo abierto, tanto en Canadá como a nivel

internacional. En efecto, incluso dentro de Canadá, más del 64% de los proyectos mineros previstos, referidos a las “arenas alquitranadas” con contenido de carbón y petróleo, son proyectos de explotación minera a cielo abierto, y no subterránea.

En cambio, se destaca en la mayoría de las líneas de *equipo de minería subterránea*. Las empresas con base en Canadá son excelentes en lo que tiene que ver con los equipos de perforación y de transporte subterráneo del mineral extraído y la producción de montacargas y equipo para pozos. Estas empresas tienen una clara presencia en los sistemas de minería continua en roca dura; suministran una gran variedad de vehículos utilitarios y tienen un desempeño razonable en lo que respecta a los subsistemas de pozos, montacargas, electricidad, ventilación, eliminación de polvo, extracción de agua y comunicaciones necesarios para la explotación minera subterránea, así como los sistemas e instrumentos de control de los procesos mineros computarizados.

El *equipo para el procesamiento de minerales* que se produce en Canadá parece ser razonablemente bueno. Distintas empresas canadienses producen trituradoras de varias clases, molinos, harneros vibratorios y separadores de mineral, celdas de flotación, lavadoras y mezcladoras, equipo de filtrado, bombas, hornos, hornos reverberatorios y secadores, pero con distinto grado de contenido nacional, de entre un 70% y un 75% (harneros vibratorios y separadores) y un 100% (trituradoras)⁹. Con respecto a los procesos de fundición y refinado inventados por compañías mineras canadienses (como el proceso de fundición del cobre denominado *flash smelting* y los procesos de refinación del níquel de la empresa Inco), los fabricantes canadienses tienen experiencia y conocimientos especializados como proveedores de gran parte del equipo pertinente.

Los gastos de inversión de las empresas mineras puede dar una idea aproximada del valor de la maquinaria y equipo de minería producidos en Canadá para uso interno. Es sorprendente el elevado monto de las inversiones en reparaciones y explotación de minerales. Supera ampliamente los gastos en estructuras, maquinaria y equipo.

⁹. DITC, 1982, págs. 39 y 40.

En 1998, por ejemplo, las inversiones en capital y reparaciones en el sector minero, excluido el subsector de las arenas alquitranadas y el petróleo, ascendieron a Can\$ 5.093 millones, de los cuales alrededor del 65% se destinó a reparaciones. Estas cifras dan una idea de la magnitud del mercado canadiense en lo que respecta a la maquinaria y equipo de minería, así como a las estructuras. No obstante, las cifras correspondientes a las inversiones también comprenden los gastos de mano de obra y otros insumos distintos de la maquinaria en las actividades de construcción de minas, como la energía eléctrica y el combustible, entre otros.

La necesidad de establecer una interacción estrecha, duradera y fructífera con los clientes, los fabricantes de piezas y las empresas de ingeniería determina que el proceso de incorporación a la industria de bienes de capital no sea fácil. Las grandes empresas ya establecidas, generalmente con base en países de altos ingresos, casi siempre han cultivado estos vínculos a lo largo de mucho tiempo. Han alcanzado una escala aceptable y han acumulado un grupo suficientemente numeroso y variado de ingenieros de diseño y producción, que les permite mantener el funcionamiento eficiente de esas redes.

Cabe destacar asimismo que los métodos modernos de extracción y tratamiento de minerales casi siempre se aplican en sistemas altamente desarrollados y complejos que requieren muchos tipos diferentes de equipos que funcionan en forma eslabonada para permitir una producción continua. Sin embargo, a pesar de que las operaciones modernas de extracción y tratamiento de minerales son complejas, algunas clases de equipo no lo son tanto. Es interesante observar que hasta las tareas muy complejas de tratamiento de minerales (trituración, molienda, concentración) requieren ciertas clases de equipo relativamente sencillo (como bandejas, tanques, tolvas, alimentadores, harneros).

En el caso de Canadá, el volumen de las operaciones de minería, unido al nivel general de desarrollo industrial, ha llevado a que se fabrique equipo de “baja tecnología” y, de hecho, gran parte

de ese equipo se viene produciendo desde hace mucho tiempo. Canadá también ha avanzado en forma constante en el terreno de la “mediana tecnología”, tanto en lo que se refiere a la maquinaria y equipo especializado como a los de aplicación general. En lo que respecta a la producción de equipo especializado de “alta tecnología”, en parte dirigido a la región de explotación minera subterránea de roca dura del centro de Canadá, se ha logrado un éxito considerable. Gran parte de esa maquinaria y equipo está hasta cierto punto diseñada “a la medida” de sus usuarios, para adaptarse a las características propias de la explotación minera subterránea de roca dura, y no da lugar a importantes economías de producción en gran escala para mercados internacionales más amplios. Existen, en cambio, algunos tipos de maquinaria de “alta tecnología”, como los vehículos de carga/transporte/descarga, que pueden producirse para mercados internacionales más amplios, permitiendo generar así importantes economías de escala.

Algunas empresas han creado líneas especializadas de productos que son competitivas en los mercados internacionales. Por lo general, ese éxito en los mercados extranjeros se ha logrado sobre la base de un mercado interno razonablemente fuerte. El vehículo “Tamrock” de carga/transporte/descarga, por ejemplo, se produjo para el mercado canadiense, que es relativamente grande, y hoy en día se comercializa eficazmente en el mercado.

Un elemento importante en el desarrollo constante de la industria de maquinaria de minería es la relación entre los usuarios de la empresa minera y los productores de la maquinaria. En el caso de Canadá, algunas minas que tienen vínculos con empresas extranjeras han sugerido, modificado y probado nuevos tipos de maquinaria, pero con las empresas extranjeras. Una excepción parece ser la empresa INCO, que mantiene una relación estrecha y de larga data con algunas empresas de maquinaria con base en Canadá, muchas de ellas en la región de Sudbury, y ha creado nuevas líneas de maquinaria y sistemas de tratamiento de minerales en colaboración con ellas. Recientemente, INCO fundó la empresa denominada *Continuous Mining Systems*, con la que diseñó algunas líneas nuevas de productos. (Esta empresa posteriormente se escindió, y actualmente se conoce con el nombre de *Mining Technologies International*).

En la evolución del sector de maquinaria de minería canadiense también ha influido la proximidad de Estados Unidos. Esto significa que las empresas mineras y de maquinaria y equipo canadienses han estado expuestas constantemente a tecnologías de avanzada. Las compañías mineras compraban máquinas importadas cuando les resultaba conveniente. Por tanto, las empresas canadienses de maquinaria tenían que competir con los proveedores estadounidenses, o aprender de ellos rápidamente, para poder seguir existiendo y mantener su competitividad.

b) Prestación de servicios en el sector de los minerales

Exploración. Hay una amplia gama de actividades de prestación de servicios que giran en torno a las empresas de exploración de minerales y a las actividades de exploración de las más grandes empresas mineras integradas. Como en el caso anterior, es difícil saber la magnitud de esta parte de la aglomeración, principalmente debido a que al parecer no se dispone de información completa sobre las actividades internacionales de las empresas de exploración canadienses.

Sabemos, sin embargo, que dentro de Canadá había 609 empresas, entre ellas 129 de las más grandes de larga trayectoria (“seniors”), 480 empresas de exploración más pequeñas de creación más reciente (“juniors”), y numerosos prospectores independientes. Estas empresas gastaron casi Can\$ 600 millones en 1998. No obstante, los presupuestos previstos por las empresas más grandes con base en Canadá –sobre todo las de larga trayectoria– para actividades de exploración fuera de Canadá ascendieron a Can\$ 967 millones en 1998¹⁰.

El tamaño de los presupuestos de exploración da una idea “impresionista” de la magnitud de las actividades de suministro de bienes y servicios a los proyectos de exploración de minerales. Entre esos bienes y servicios cabría mencionar los servicios de todo tipo de consultores geocientíficos

(geólogos, geofísicos, geoquímicos y otros), los estudios geológicos, los servicios cartográficos aéreos, la obtención de imágenes mediante satélites y la teleobservación, la gestión de datos, las empresas de ensayos, los servicios de perforación por contrata, los servicios de reconocimiento aéreo, el transporte aéreo, el suministro de equipo para expediciones, *software* de exploración, investigaciones relacionadas con la diligencia debida, las auditorías y los especialistas en relaciones con la comunidad.

Hay un gran número de empresas canadienses que prestan estos servicios. Al parecer es casi imposible determinar el total exacto de empresas de este tipo que existen en el mercado interno, porque muchas de ellas realizan actividades de apoyo a la industria en general, además de prestar servicios a la minería en particular. Se puede tener una idea de su importancia relativa si se piensa en el número de empresas de este tipo que se dedican en gran medida a la exportación de sus servicios. Por ejemplo, de las empresas que figuran en el Compendio de exportadores de Camease, del total de 222 proveedores de bienes y servicios del sector de los minerales en general, 103 estaban realmente prestando servicios de exploración. Muchos de esos proveedores no eran socios de Camease, de manera que la composición de dicha asociación está lejos de reflejar la presencia internacional de esas empresas.

Los servicios de exploración especializados son una parte fundamental de la aglomeración. Permiten reducir los gastos de exploración y aumentar la eficacia de las actividades de exploración. Los conocimientos especializados que han adquirido con el transcurso de los años, y en especial en la década pasada, tienen un inmenso valor para la aglomeración en general, porque descubren nuevos filones y convierten yacimientos especulativos en proyectos mineros reales. Los servicios de exploración contribuyen a este proceso a nivel mundial, pero también en el contexto de la aglomeración canadiense en particular.

Los laboratorios analíticos son también una parte importante de los servicios de exploración. Éstos determinan la cantidad y el valor de los minerales contenidos en las muestras de mineral crudo. Esta información es, sin duda, fundamental para determinar si un posible yacimiento minero puede convertirse en una mina activa y viable.

Perforación. Una categoría importante de servicios es la perforación por contrata, con fines de exploración así como para la construcción de minas y la extracción

[10.](#) (Grupo de Trabajo Intergubernamental Canadiense, 2000, pág. 110).

de minerales. Esta actividad se ha especializado de tal manera que algunas empresas de exploración subcontratan los servicios de perforación. Las empresas que prestan estos servicios se ocupan tanto de las perforaciones de exploración iniciales, como del sondeo más intenso de las masas de minerales para determinar el tamaño, la calidad y la disposición de los filones antes que se tome la decisión de invertir en una nueva mina y de diseñar la operación minera. Los servicios de perforación de producción y exploración minera, tanto subterránea como a cielo abierto, pueden también subcontratarse a estas empresas especializadas. Hay numerosas empresas de servicios de perforación por contrata, así como proveedores especializados de equipo de perforación y piezas de recambio, programas especiales de capacitación y también fabricantes de equipo de perforación y diversas clases de piezas de reposición para taladros.

Los contratistas de servicios de perforación ofrecen ventajas especiales al sector minero. Se han convertido en empresas especializadas, que permiten a las empresas que las contratan, y al sector minero en general, reducir sus gastos y mejorar la calidad de esos servicios.

Consultorías diversas. Hay personas especializadas en todas las ramas de la minería –desde la exploración hasta la fundición y la refinación de minerales– que trabajan como consultores, generalmente en empresas de consultoría pero también en forma particular. Además de los que prestan servicios de consultoría en materia de exploración, que ya se mencionaron, hay consultores especializados que trabajan en todos los aspectos de la actividad minera, entre ellos: exploración, construcción de minas, funcionamiento, administración y solución de problemas de las minas,

tratamiento de minerales, fundición, refinación y tratamiento ulterior, protección del medio ambiente, clausura y rehabilitación de minas, relaciones con la comunidad, programas de capacitación y servicios de comercialización y exportación.

Estos servicios de consultores son también muy valiosos porque reducen el costo de conocimientos especializados de vital importancia y los ofrecen al sector minero en general, a cambio de un “honorario por servicios”. Esto es mucho menos costoso que tratar de mantener un alto nivel de conocimientos especializados dentro de cada empresa, que sería muy caro para las empresas grandes y posiblemente prohibitivo para las empresas más pequeñas. Las ventajas que se derivan de la especialización para todo el sector minero de Canadá y del mundo, merced al uso de los servicios de las empresas y particulares que los ofrecen, deben de ser enormes.

Servicios de ingeniería, construcción y adquisiciones. Las empresas de ingeniería, construcción y adquisiciones que se han ido formando con el fin de diseñar, construir y adquirir los insumos y materiales de construcción para las nuevas minas y plantas de tratamiento tienen también un valor evidente para el sector. Estas empresas son muy importantes, no simplemente porque diseñan y construyen las nuevas minas y plantas de tratamiento, que de por sí ya es suficientemente valioso. Estas empresas necesitan conocimientos especializados de ingeniería en varias esferas, entre ellas la geología, la extracción y el tratamiento de minerales, la hidrometalurgia, la pirometalurgia, la recuperación de subproductos, el manejo de materiales a granel, la ingeniería ambiental y la protección del medio ambiente, y las adquisiciones. En el proceso de diseño de una operación de extracción y tratamiento de minerales, estas empresas también influyen en la elección de la maquinaria y el equipo que se van a utilizar en la operación. Ellas se encargan de las adquisiciones y toman las medidas necesarias para que los diversos elementos, maquinaria y equipo se entreguen en el momento debido. También subcontratan los diversos servicios especializados que se requieren para la construcción de la planta.

Existe probablemente una tendencia normal por parte de las empresas de ingeniería, construcción y adquisiciones, a subcontratar a las empresas especializadas con las que han trabajado durante mucho tiempo y con las que han establecido una relación de confianza. Esto significa que una empresa de este tipo de un determinado país probablemente tenderá a comprar maquinaria y equipo, y a subcontratar a empresas de su país de origen.

Existen muchas otras empresas de ingeniería que se especializan en determinados aspectos de la construcción de minas y la creación de sitios mineros. Hay compañías especializadas en todas las dimensiones y etapas de la construcción de minas e instalaciones de tratamiento: sistemas eléctricos, perforación de pozos y construcción de sistemas de elevación, explotación minera subterránea, sistemas de ventilación, sistemas de manejo de materiales a granel, sistemas de eliminación de agua, protección del medio ambiente, instalaciones de tratamiento, fundiciones, etc. No debe subestimarse la importancia que revisten todas estas empresas para la evolución del sector minero de Canadá, y en forma creciente para la economía minera internacional.

c) Otros servicios relacionados con el sector minero

Hay una serie de servicios auxiliares que están estrechamente vinculados al sector minero en Canadá, y que son elementos importantes de la aglomeración.

Los *servicios financieros* ha sido uno de los elementos fundamentales en el surgimiento de la aglomeración canadiense. Han surgido instituciones que han permitido recaudar fondos para invertir en nuevos proyectos mineros y en los intentos altamente especulativos de encontrar yacimientos minerales nuevos y comercialmente viables, tanto en Canadá como en el resto del mundo. Entre esas instituciones cabe mencionar a la Bolsa de Valores de Toronto, la Bolsa de Valores de Vancouver (hoy llamada CDNX), los bancos, que cuentan con especialistas en el sector minero, y toda la red de analistas financieros, analistas del sector minero, promotores de acciones, abogados especializados en cuestiones de diligencia debida, y empresas de servicios jurídicos.

El papel que desempeñan los mercados de valores canadienses en cuanto a respaldar y promover a la aglomeración es extraordinario. Aparentemente, alrededor del 75% de las empresas mineras de todo el mundo –1.447 en total– cotizan sus acciones en los mercados canadienses, mientras que en los restantes cuatro mercados de valores importantes del sector minero combinados (la Bolsa de Valores de Australia, la Bolsa de Valores de Nueva York, la Bolsa de Valores de Londres y la Bolsa de Valores de Japón) cotizaban acciones un total de 481 empresas mineras¹¹. Esto también se refleja en el hecho de que más compañías mineras tienen sus oficinas centrales en Canadá que en cualquier otro país. Muchas de éstas son, por supuesto, empresas mineras pequeñas (*junior*), que se dedican a actividades de exploración.

La capitalización bursátil de las acciones de empresas mineras representó aproximadamente el 20% del total en las bolsas de valores canadienses¹². Los bancos también tienen expertos especializados en el sector de los minerales y financian activamente los proyectos mineros. En relación con las bolsas de valores existen también analistas financieros y del sector minero que ofrecen asesoramiento sobre inversiones en el sector, junto con diversas clases de promotores de acciones. Estas personas cumplen una función importante en la comercialización de las acciones emitidas para financiar nuevos proyectos de exploración y explotación mineras.

Estas instituciones son en gran parte las responsables de financiar una alta proporción de las actividades de exploración de minerales, así como una parte importante de las actividades de preparación de nuevos proyectos mineros, tanto en Canadá como en el resto del mundo. En 1998, el 60% del total de Can\$ 3.800 millones recaudados en todo el mundo para financiar a las empresas mineras mediante acciones o participación en el capital se obtuvo en Canadá.

La importancia de los *servicios de transporte* que atienden al sector minero es evidente. Con frecuencia los minerales deben ser transportados hasta las plantas de tratamiento, generalmente por carretera. Los concentrados de minerales se envían a las fundiciones y refinerías, a menudo por carretera o por vía férrea. Los productos fundidos y refinados se envían luego a los puertos u otros lugares del territorio continental, también por vía férrea. Y desde los puertos de la Costa Este, la Costa Oeste y el San Lorenzo, los productos minerales se embarcan hacia destinos lejanos.

Gran parte de la carga que se transporta por las vías férreas de Canadá y que posteriormente se transborda en los puertos, está constituida por minerales en distintas etapas del proceso de producción. En 1997, por ejemplo, los ferrocarriles canadienses transportaron 147,3 millones de toneladas de carga con valor comercial, lo que representó (en términos de peso) el 55% de la carga total transportada.

El transporte de minerales crudos y refinados es un componente importante de la demanda de servicios ferroviarios transcontinentales y de servicios portuarios, y contribuye a financiar los gastos generales del sistema. Sin ese tráfico de minerales, los

¹¹. *Ibid.*, pág. 41.

¹². *Ibid.*, pág. 30.

gastos generales del sistema tendrían que ser sufragados por los usuarios de otros sectores de la economía.

Es cada vez más frecuente que el personal se traslade en avión. En la mayoría de los nuevos sitios mineros del norte de Canadá, la apertura de las minas no va acompañada de la construcción de pueblos mineros. En lugar de ello, los trabajadores son trasladados diariamente por avión al sitio minero desde ciudades establecidas en la región, a las que regresan al cabo del día por la misma vía. De hecho, el sistema de explotación minera que utiliza el método de traslado aéreo diario de los trabajadores (*fly-in, fly-out*) parece ser la tendencia del futuro, sobre todo porque evita los gastos de construir pueblos mineros que tienen una vida limitada. El recorrido diario por vía aérea de grandes distancias para llegar al lugar de trabajo también favorece a las comunidades ya existentes donde residen los trabajadores. El uso del transporte aéreo con este fin en Canadá seguramente aumentará en

el futuro. En lo que respecta a la fase de exploración, el transporte aéreo se viene utilizando desde principios del siglo pasado, para tener acceso rápido a sitios de exploración lejanos.

Otro servicio importante lo provee la prensa especializada. Las *comunicaciones y la difusión de información* dentro de la aglomeración son vitales para su existencia y funcionamiento. El examen minucioso y constante de las actividades de las numerosas empresas y la crítica incesante de todos los actores son dos factores de vital importancia para mantener el mayor grado posible de transparencia y eficiencia en la aglomeración. A estos efectos, la existencia de una prensa activa y de un conjunto de periodistas y analistas especializados y versados en el tema es fundamental.

Además de una prensa especializada en el sector minero, existe en Canadá una confraternidad importante de periodistas especializados que trabajan tanto en la prensa general como en la especializada. El lugar de honor en la prensa minera lo ocupa probablemente el semanario *The Northern Miner*, fundado en 1915, que se autodenomina, posiblemente con razón, el Periódico Minero de América del Norte. Esta publicación es una fuente clave de información para todos los participantes y para los inversionistas actuales o posibles. Un segundo periódico es el *Canadian Miner*, “el Periódico Canadiense del Negocio Minero a nivel Mundial”. Hay otros diarios y periódicos del sector minero que desempeñan también un papel importante. Una publicación nacional de gran importancia es el *Canadian Mining Journal*, una revista mensual fundada en 1879. Abarca los principales temas y proyectos de minería, tanto de Canadá como internacionales. Existen muchas otras publicaciones dirigidas a las asociaciones profesionales relacionadas con la minería o a distintos subgrupos del sector.

En el tema de la difusión de información y conocimiento, las asociaciones de empresas relacionadas con la minería, las asociaciones profesionales y los sindicatos también juegan un papel central. Hay en total 61 asociaciones comerciales relacionadas con el sector minero¹³. De éstas, 16 son asociaciones de prospectores y constructores de minas. Catorce son Cámaras de Minería, es decir, asociaciones provinciales, territoriales y nacionales de empresas mineras. Hay por lo menos 14 asociaciones de productores de determinados minerales.

La *Prospectors and Developers Association of Canada* (PDAC), por ejemplo, cuenta entre sus más de 5.000 socios a personas involucradas en los procesos de exploración de minerales y construcción de minas, como prospectores, geólogos y geocientíficos, directores de proyectos de exploración, consultores, ejecutivos de minas, representantes de los servicios geológicos y del gobierno, y personal de compañías mineras grandes y pequeñas. La PDAC constituye un ámbito propicio para la creación de redes y el intercambio y la difusión de información en toda la aglomeración de actividades de exploración minera.

La *Canadian Mining Association* (Asociación Minera Canadiense), fundada en 1935, es la organización nacional de las empresas mineras canadienses. El núcleo principal de socios está constituido por 31 empresas mineras, responsables de gran parte de la producción minera del Canadá. La *Canadian Association of Mining Equipment and Services for Export* (Camese) (Asociación Canadiense de Equipos y Servicios Mineros para la Exportación), es una asociación comercial creada con el fin de promover la comercialización internacional de bienes y servicios producidos por empresas canadienses para el sector minero. Fundada en 1981 y con 230 empresas asociadas en el año 2000, esta organización ha prestado un apoyo decisivo, tanto a las empresas canadienses proveedoras del sector minero que se han orientado hacia los mercados internacionales, como a las empresas mineras de otros países que se benefician de las exportaciones canadienses de equipos y servicios para el sector minero. La Asociación ha contribuido en gran medida a promover una “identidad” y una “cultura” de la aglomeración.

Otro componente importante es la gran cantidad de asociaciones de profesionales relacionados con distintos aspectos de la minería. Del total de 39 asociaciones que figuran en la lista del *Natural Resources Canada*¹⁴, unas 20 asociaciones reúnen a geocientíficos de diversas disciplinas; otras 16 son de ingenieros profesionales (aunque algunas de ellas incluyen tanto geocientíficos como

ingenieros), y 4 están relacionadas con la seguridad y la prevención de accidentes. Cabe mencionar a dos organizaciones coordinadoras, a saber, el Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum (Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo) y la Geological Association of Canada (Asociación Geológica del Canadá).

Ferias comerciales del sector minero. La aglomeración canadiense expone todos los años en distintas ferias comerciales, tanto dentro como fuera del país. Entre ellas

13. NRC 2000, pág. 32.

14. 2000, pág. 33.

cabe destacar especialmente la reunión anual de la PDAC, denominada International Convention, Trade Show and Investors Exchange (Conferencia Internacional, Feria Comercial y Bolsa de Inversionistas), que se celebra todos los años en el mes de marzo. La Feria Comercial permite a los productores de toda clase de instrumentos, maquinaria o servicios utilizados en las tareas de exploración exhibir sus productos. También participan organismos gubernamentales con propuestas de proyectos mineros para los cuales aspiran a atraer inversionistas, u ofreciendo servicios cartográficos que desean comercializar. La Bolsa de Inversionistas permite a los prospectores y a las compañías de exploración pequeñas, así como a otras empresas más grandes, exponer sus proyectos con la esperanza de despertar el interés de importantes inversionistas en la compra total o parcial de sus propiedades para hacerlas producir.

Las reuniones anuales del *Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum* son al parecer el lugar central de reunión de los “clanes” vinculados a los diversos aspectos del mundo y la cultura de la minería. Su valor como medio de difundir información, establecer contactos y concretar negocios debe ser enorme.

Enseñanza y capacitación. El sistema de enseñanza pública desempeña un papel de vital importancia en la aglomeración. Todas las universidades canadienses tienen Departamentos de Geología de los que salen los profesionales en materia de exploración con los que cuenta el país, así como otras clases de geocientíficos. Hay muchas universidades que tienen también Departamentos de Ingeniería de Minas, o de Minería y Metalurgia (son muy conocidos los de Queen’s, McGill, University of Toronto, Université de Montreal, University of British Columbia y Laurentian University). Los Departamentos de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Ambiental también forman profesionales para el sector. Los Departamentos de Informática forman especialistas en el diseño de *software* para las actividades de exploración de minerales y explotación de minas.

También se dictan cursos de capacitación de nivel intermedio para personal especializado en minas y plantas de tratamiento. Haileybury, en el norte de Ontario, se especializa en la formación de personal minero, y muchos institutos comunales de enseñanza terciaria (*community colleges*) enseñan los distintos oficios necesarios para el sector. Hay asimismo empresas privadas que ofrecen capacitación en diversos aspectos de la minería, como el manejo de maquinaria pesada, explosivos, etc.

La larga historia de los programas de enseñanza ha sido vital para la evolución de las actividades de exploración, construcción de minas y tratamiento de minerales, y de muchas otras actividades auxiliares de la aglomeración en torno a la minería.

2. LA POLÍTICA PÚBLICA Y LA AGLOMERACIÓN EN TORNO A LA MINERÍA

Los gobiernos canadienses han desempeñado un papel primordial en el suministro de bienes y servicios públicos a la aglomeración. Entre ellos cabe mencionar los servicios de topografía y la cartografía geológicas, el suministro de infraestructura, el apoyo a la comercialización internacional, los servicios de enseñanza y la investigación científica y técnica. En

esta sección se describe brevemente la contribución que han hecho estas funciones del sector público al desarrollo de la aglomeración en torno a la minería.

El programa público de topografía y cartografía geológicas de Canadá comenzó en 1842, cuando se creó la Comisión Geológica de Canadá (CGC) y su primer director, William E. Logan, se propuso buscar carbón en la “Provincia del Canadá”, actualmente Ontario y Quebec. Así comenzó una labor ininterrumpida de evaluación de la dotación de recursos. En 1863 se publicó el primer libro sobre los recursos minerales de Canadá, un libro de 983 páginas que resumía todos los conocimientos sobre el tema que existían en ese momento. En 1869 se trazó un mapa geológico de Canadá.

La Comisión realizó reconocimientos topográficos anuales y de hecho exploró y levantó mapas de gran parte del país, así como de sus riquezas minerales. Esta tradición se mantiene hasta el presente, en que la CGC perfecciona sus mapas del país utilizando las técnicas cartográficas y geocientíficas y los instrumentos y sistemas de computación más modernos. Uno de los resultados importantes de esa labor cartográfica fue la creación del Canada Centre for Remote Sensing (Centro Canadiense de Teleobservación), que presta servicios de levantamiento de mapas y cartografía geocientífica a los usuarios de muchos sectores, con numerosos fines y en todas partes del mundo.

La CGC y las Comisiones de Geólogos Provinciales han planteado una iniciativa de consolidar y armonizar las actividades de investigación geocientífica en Canadá. Proponen la creación de una red canadiense de conocimientos geocientíficos, que vincularía a los servicios geológicos federales y provinciales y podría tal vez incluir a participantes de los círculos académicos y del sector privado. Esto permitiría a los usuarios nacionales e internacionales acceder por una “vía única” a los conocimientos geocientíficos canadienses¹⁵.

La demanda por parte de la CGC de técnicas, equipos e instrumentos de primera calidad para sus actividades ha sido también un estímulo para el perfeccionamiento de los productores de esos equipos y conocimientos, y para el progreso de las empresas que han podido aplicar esas técnicas de avanzada. Es probable que esto también haya contribuido de manera importante al florecimiento de la subaglomeración de la exploración.

Infraestructura. Los grandes proyectos mineros se han ubicado a menudo lejos de las regiones muy pobladas del país, lejos de las comunidades ya establecidas, los

¹⁵. *National Geological Surveys Committee*, 1998.

sistemas de transporte, las redes de energía eléctrica, etc. En vista de esas circunstancias, los proyectos mineros han tenido que hacer inversiones importantes en infraestructura complementaria. (Esto por supuesto no siempre es así, ya que algunas minas han estado ubicadas en zonas mineras establecidas o en regiones pobladas donde ya existe la infraestructura adecuada). La infraestructura que puede ser necesaria para una mina nueva y quizás para un pueblo nuevo incluye sistemas de transporte ferroviario o por carretera, o ambos; servicios e instalaciones aeroportuarios; sistemas de abastecimiento de agua; energía eléctrica; gas natural; planificación urbana, calles, alcantarillas y aceras, y sistemas de eliminación de residuos. Las necesidades de inversión en infraestructura pueden, a veces, ser mayores que las necesidades de inversión en el sector minero propiamente dicho.

El gobierno federal y los gobiernos provinciales han respaldado las actividades de minería en zonas del país que comienzan a explotarse por primera vez, cuando el suministro de la infraestructura de apoyo puede probablemente generar importantes beneficios sociales, y no sólo un beneficio particular para los propietarios de la mina. Debido a que las inversiones en infraestructura se hacen normalmente en el sector público, y como esas inversiones pueden generar beneficios particulares desproporcionados además de los beneficios “sociales”, la distribución de la responsabilidad financiera entre el sector público y el privado es una cuestión controvertida. No obstante, los gobiernos pueden cobrar “tarifas de uso” a los principales beneficiarios del sector privado que utilicen esa infraestructura, para cubrir o sufragar su costo.

El gobierno canadiense ha financiado la creación de infraestructura regional general en diversas zonas del país, como la región de mineral de hierro de Quebec-Labrador, la zona del Gran Lago de los Esclavos (*Great Slave Lake*) en los Territorios del Noroeste, la región nororiental de la Columbia Británica, y la zona de Lake Lynn y Thompson en Manitoba¹⁶. Este tipo de participación pública ha sido importante para la apertura de nuevas zonas mineras, y de gran apoyo para el sector minero en general.

Apoyo a la comercialización internacional. La responsabilidad principal de la comercialización de los productos minerales –sean concentrados, refinados o semifabricados– incumbe por supuesto a las propias empresas mineras. Sin embargo, en algunas ocasiones y en determinadas circunstancias, el gobierno federal ha prestado apoyo a las empresas mineras del sector privado, y a las actividades de la aglomeración de un modo más general. En este tipo de apoyo cabe mencionar la negociación de un mayor acceso a los mercados extranjeros, especialmente para los productos fabricados y semifabricados, a nivel bilateral, regional y multilateral y el suministro de información sobre mercados extranjeros, por conducto del “servicio

¹⁶. *Energy, Mines and Resources Canada*, pág. 73.

de asesoramiento comercial” y los servicios de fomento de las exportaciones. El Ministerio de Asuntos Exteriores y Comercio Internacional (Maeci) tiene expertos en el sector minero en varias de sus embajadas en países productores de minerales de importancia clave, como México y Chile, para prestar apoyo a las actividades de empresas canadienses en esos países. El Ministerio también prepara análisis de mercado sobre los principales países mineros¹⁷. Por último, cabe señalar que el gobierno respalda a Camease, la asociación canadiense de equipo y servicios de minería para la exportación, la principal impulsora del crecimiento de las exportaciones de los productores de maquinaria, equipo y servicios.

Educación. En Canadá, toda la educación universitaria y los institutos comunales de enseñanza terciaria (*community colleges*) han sido financiados por el sector público –a nivel provincial desde principios de la década de 1950. La financiación pública de la enseñanza de geología, minería e ingeniería metalúrgica, y de todas las demás ramas de la ingeniería, así como la informática y las geociencias, ha sido de un valor inestimable para impulsar el florecimiento de la aglomeración en torno a la minería. De la misma manera, la enseñanza pública de oficios generales y especializados, así como de técnicas de minería y manejo de equipo pesado, es también fundamental para las actividades mineras.

Apoyo general a la aglomeración. El gobierno federal es consciente de la importancia de la aglomeración desde hace por lo menos 25 años. En efecto, mucho antes que Michael Porter acuñara el término *cluster*, numerosos analistas habían destacado la importancia de muchas de las actividades que rodeaban a la minería para el desarrollo integral de la economía minera. La Comisión Geológica de Canadá y el énfasis puesto a nivel federal en la investigación minera y metalúrgica son prueba de ello.

Desde fines de los años setenta, el sector público también ha demostrado mucho interés en el diseño de políticas tendientes a reforzar los vínculos entre la minería y la industria de bienes de capital. Por ejemplo, el informe titulado *Mineral Policy: A Discussion Paper*, publicado por *Energy Mines and Resources Canada* (diciembre de 1981) contenía un capítulo sobre maquinaria y equipo de minería. En ese informe se subrayaba que las adquisiciones realizadas por las empresas del sector de los minerales eran un aspecto en el que resultaba apropiado adoptar políticas públicas, y se destacaba la importancia de mejorar la comunicación entre la industria minera y la industria de equipos. En el informe de 1982 se mencionaban, asimismo, las siguientes medidas de política:

Incentivos para que las empresas mineras se integren a la industria de equipos, supuestamente para facilitar el proceso de innovación y creación de nuevos productos, tanto para la compañía minera como para el productor del equipo; uso expreso

[17. www.infoexport.gc.ca](http://www.infoexport.gc.ca) y Maeci, 2000.

de las actividades de investigación y desarrollo del gobierno (por ejemplo, en Canmet) y de las actividades de investigación y desarrollo en el sector privado financiadas por el gobierno, para estimular la expansión de la producción canadiense de equipo de minería; aumento de la financiación a las exportaciones; fortalecimiento de los vínculos entre las empresas canadienses de ingeniería, construcción y adquisiciones y las empresas de maquinaria.

Un importante grupo de tareas preparó también un informe en 1981, sobre proyectos sectoriales de explotación de recursos en gran escala (que incluía al sector de la minería) y las oportunidades que éstos ofrecían de estimular a la industria de bienes de capital en Canadá (*Major Projects Task Force*, junio de 1981). En ese informe, el grupo de tareas formulaba una serie de recomendaciones, todas ellas inspiradas en la idea central de que se utilizara la política de adquisiciones en forma más directa para aprovechar los posibles beneficios indirectos de los “megaproyectos”. De hecho, el gobierno federal, en un documento titulado *Economic Development for Canada in the 1980s* (Desarrollo económico de Canadá en el decenio de 1980), publicado en noviembre de 1981, también resaltó las posibilidades de desarrollo industrial que significaban los proyectos propuestos en materia de extracción de minerales (así como los proyectos relacionados con el petróleo, las arenas alquitranadas y el transporte). Estas iniciativas se desmoronaron en 1982, como consecuencia de la recesión, y en vista de que muchos megaproyectos no parecían ser viables o se postergaron para más adelante.

3. SUDBURY: EL SURGIMIENTO DE UNA “METRÓPOLIS MINERA”

Este apartado se centra en la evolución de la minería y las actividades relacionadas con los minerales en la región de Sudbury. El objetivo es analizar los factores que permitieron el surgimiento de una aglomeración importante de actividades económicas en torno a la minería, que a su vez transformaron a Sudbury de un pueblo minero en un centro regional grande y complejo que presta servicios a la industria minera.

En los últimos 120 años, Sudbury (Ontario), otrora un pueblo pionero, se fue convirtiendo gradualmente en una importante “metrópolis minera”. Desde sus humildes comienzos como pueblo minero y ferroviario, se fue transformando paulatinamente en un importante centro económico regional en el norte de Ontario. Sudbury ha alcanzado un grado considerable de diversificación económica en torno a la extracción de minerales, y es asiento de una amplia gama de actividades económicas de carácter gubernamental, empresarial, o relacionadas con la salud y la educación. Ha llegado a tener un núcleo importante de población estable. El desarrollo de Sudbury como un gran centro minero y su diversificación en torno a la minería ha sido un proceso lento y penoso. Sin embargo, es posible que hoy en día haya llegado a ser tan sostenible como puede pretender serlo una comunidad minera, habida cuenta de su dependencia de los complejos y volátiles mercados internacionales de minerales. También es posible que esté lista para participar más efectivamente en el ámbito más amplio de la economía minera internacional.

La cuenca de Sudbury es una formación geológica de singulares características, que mide alrededor de 60 kilómetros de largo por 20 de ancho y tiene una forma ovalada o elíptica. La base de la cuenca está a unos 10 kilómetros de profundidad. Es probable que la cuenca se haya formado como consecuencia del impacto de un asteroide o un enorme meteorito que chocó contra la Tierra y provocó una fractura profunda en su corteza, permitiendo que el magma o rocas derretidas del interior del planeta subieran a la superficie.

La existencia de níquel fue detectada por primera vez por topógrafos en 1856. Sin embargo, no fue hasta que comenzó el tendido de la línea del ferrocarril transcontinental canadiense, el Canadian Pacific Railway, en 1883, que se descubrió un afloramiento de cobre a raíz de las operaciones de

voladura realizadas en la construcción, y en el balasto utilizado para el lecho de la vía, lo cual desencadenó una fiebre de prospecciones. Con el tiempo, y a raíz de la invención de tecnologías de tratamiento para la extracción y la separación del níquel del cobre, hubo una expansión de las actividades de extracción y fundición. En 1902 se creó la International Nickel Company of Canada (Compañía Internacional de Níquel de Canadá), INCO, a partir de la fusión de dos compañías anteriores, y para 1918 INCO se había convertido en una empresa integrada de minería, fundición y refinado, con una refinería en Port Colbourne.

El desarrollo histórico de Sudbury se puede dividir en cuatro etapas¹⁸:

1. La evolución desde sus comienzos como lugar de escala del ferrocarril y pueblo minero “fronterizo”, hasta llegar a ser una ciudad minera importante (1883-1945). Sudbury comenzó su existencia como un pueblo de la compañía Canadian Pacific Railways, con la construcción de la vía férrea canadiense del Pacífico durante la década de 1880. El rápido desarrollo de la minería en la región convirtió a Sudbury en una comunidad minera importante. Durante la Primera Guerra Mundial, la zona presentaba muchas de las características propias de lo que podría llamarse un “pueblo colonial fronterizo”, incluidas la dependencia de los recursos, la contaminación ambiental, el control externo, un futuro incierto, una mala calidad de vida y el paternalismo empresarial por su condición de pueblo perteneciente a una compañía. En este período, las principales empresas mineras que funcionaban en la zona –INCO y Falconbridge– construyeron sus propios pueblos en los sitios mineros. Sudbury emergió entonces como una especie de asentamiento periférico para toda

¹⁸. Saarinen 1992, pág. 165.

la zona. Su crecimiento se detuvo porque la mayoría de los administradores y los trabajadores de las minas vivía en los pueblos de las compañías, mientras que sólo aquellos que estaban menos vinculados a la economía minera principal se establecían en Sudbury.

Además, las empresas mineras, a diferencia de otras industrias, no pagaron impuestos locales sobre el patrimonio hasta después de 1945. Hasta 1945 inclusive, las compañías no pagaban impuestos locales; en su lugar, el gobierno provincial preveía un ingreso compensatorio, aunque éste apenas ascendía a aproximadamente la mitad de los ingresos percibidos por otras comunidades no mineras¹⁹. Esta falta de una base imponible efectiva limitó, sin duda, la capacidad de la comunidad para invertir en infraestructura, desarrollo urbano y embellecimiento de la ciudad, y contribuyó a la mala calidad de la vida material en Sudbury, de la que tanto se hablaba.

En esta etapa, Sudbury no sólo era famosa por su industria del níquel. También era tristemente célebre por los daños causados al medio ambiente por las emisiones de azufre de las fundiciones de metales, que destruyeron gran parte de la vegetación. La zona tenía un asombroso parecido con el paisaje lunar.

2. Su transformación en un centro regional (1945-1970). Después de la Segunda Guerra Mundial, Sudbury volvió a crecer como consecuencia del aumento de la demanda de níquel en respuesta a las necesidades militares y de los consumidores. La población de la zona pasó de unos 115.000 habitantes en 1951, a alrededor de 170.000 en 1971. Este crecimiento de la población, que obedeció en definitiva a las exportaciones de minerales de la región, fue el resultado –y al mismo tiempo un factor de estímulo– de un proceso continuo de diversificación económica, sobre todo de los servicios comerciales, gubernamentales, de enseñanza y salud. Cabe mencionar en particular la creación en 1960 de la Laurentian University, universidad que empezó a cumplir una función cada vez más importante en la vida intelectual y, con el tiempo, en el liderazgo tecnológico de la región.

La economía de Sudbury se fortaleció aún más a raíz de la fundación de Elliot Lake, que

quedaba dentro de la zona de influencia de Sudbury. La construcción de una carretera que conectaba directamente a Sudbury con el sur de Ontario, pasando por Parry Sound y Gravenhurst, colocó a Sudbury en una posición de “puerta de entrada” que le permitió convertirse en el principal centro de transporte del norte de Ontario, en competencia con North Bay. Entre 1952 y 1954 comenzaron a llegar los vuelos de la compañía Trans-Canada Airlines, consolidando aún más la posición de Sudbury como nodo central del transporte. El crecimiento y la maduración de la zona se vieron reflejados en la aceptación de una planificación regional, con notables mejoras en el diseño coordinado de pla-

¹⁹. Saarinen, pág. 167.

nos de infraestructura y urbanización. En este período hubo también una expansión y una diversificación continuas de la población, a las que se sumó un número creciente de profesionales y empleados de oficina.

3. Estancamiento relativo como ciudad minera (1970-1980). Durante los años setenta, la economía de Sudbury inició un proceso de contracción, causado en gran parte por la reducción del empleo en el sector minero como resultado de la caída de los precios del níquel en términos reales en los mercados internacionales, y la disminución de los volúmenes de producción.

Paradójicamente, sin embargo, durante este período también se sentaron las bases de la profunda transformación que ocurriría posteriormente.

La presión ejercida por la competencia sobre la producción de níquel en la zona llevó a INCO y a Falconbridge a racionalizar su producción y poner en marcha procesos importantes de perfeccionamiento tecnológico para bajar los costos de producción, mantener la productividad y no perder su competitividad a nivel internacional. Como resultado, el empleo en el sector minero de la región de Sudbury disminuyó de un máximo de 25.700 personas en 1971, a 17.700 en 1981, y a 9.146 en 1991. Una de las consecuencias fue la pérdida de población en la región, que pasó de tener 170.000 habitantes en 1971 a 152.440 en 1986²⁰.

Sin embargo, el aspecto positivo de este período fue que las actividades de extracción y tratamiento de minerales se tornaron más complejas desde el punto de vista tecnológico, y exigieron una mayor densidad de capital. La cuenca de Sudbury mantuvo su competitividad en un mercado internacional del níquel cada vez más duro. La región de Sudbury pasó a ocupar un lugar de vanguardia en el ámbito tecnológico, por su alto nivel de productividad y su aplicación de tecnologías inocuas para el medio ambiente. Surgieron así muchas empresas nuevas que se dedicaron a producir los nuevos equipos, máquinas y repuestos, o a prestar una amplia gama de servicios a las actividades mineras, mientras que algunas industrias existentes se expandieron. Al mismo tiempo, el 1º de enero de 1973 se reorganizó el gobierno municipal de la región, de manera que toda la cuenca de Sudbury pasó a formar parte de la Municipalidad Regional de Sudbury, con una superficie de 2.600 kilómetros cuadrados, o unas cuatro veces el tamaño de Toronto. Esto permitió aumentar la eficacia de la planificación regional en lo relativo a la infraestructura y el fomento del desarrollo. En 1974 se creó la Sudbury Regional Development Corporation (SRDC) (Corporación para el Desarrollo Regional de Sudbury), con el fin de promover el desarrollo económico de la zona.

Nuevas mejoras en el transporte intensificaron las funciones de “lugar central” que desempeñaba la ciudad. La nueva carretera hacia el norte, que pasa por

²⁰. Regional Development Corporation.

Timmins y llega hasta Cochrane, extendió la zona de influencia comercial de Sudbury. Esto ha sido de gran importancia para las empresas relacionadas con la minería que tienen base allí y

que tratan de promover y comercializar sus productos en una zona más amplia, compitiendo con North Bay y Toronto.

4. Evolución con miras a lograr el autosostenimiento como metrópolis minera (1980- 2000). Durante la década de 1990, al parecer se invirtió la tendencia descendente que había caracterizado a Sudbury en el decenio anterior y, en realidad, su posición como principal centro minero metropolitano de la región parece haberse consolidado. Este fortalecimiento de su posición es el resultado de los siguientes factores:
 - Las principales empresas mineras, INCO y Falconbridge, han mantenido y mejorado su competitividad en la cuenca de Sudbury, generando así una base sólida para la expansión, a pesar de la disminución del empleo directo en las actividades de extracción y tratamiento de minerales.
 - La esfera de influencia comercial de Sudbury se expandió, en parte debido a los proyectos de infraestructura del transporte. Esto también influyó en la diversificación y la expansión de la producción de bienes y servicios relacionados con las minas, que ahora tienen acceso a aproximadamente 90 minas en un radio de 300 millas.
 - La eficacia de las autoridades cívicas fue de vital importancia para el mejoramiento del medio ambiente, el embellecimiento de la región, el fomento del desarrollo económico, el apoyo a la diversificación tecnológica, y la promoción del establecimiento en la región de actividades relacionadas con la salud y la educación y funciones del gobierno.
 - El apoyo de los gobiernos provincial y federal fue importante también, ya que trasladaron parte de sus aparatos administrativos a Sudbury: el Ministerio de Desarrollo y Minería del Norte (con 250 empleos) desde Toronto, y el Centro Impositivo de Sudbury desde Ottawa (con 750 empleos de tiempo completo y 1.500 empleos en régimen de jornada parcial).
 - El fortalecimiento del papel de la *Laurentian University* y el Cambrian College en cuanto a sus actividades de investigación y capacitación en general, y en relación con el núcleo minero de la economía en particular.
 - Por último, el dinamismo de las nuevas empresas que surgen en torno a la minería es también un factor decisivo.

Sudbury ha establecido hoy día un proceso de diversificación económica en torno a la base de minerales, que puede continuar dando fruto y potenciar su papel de metrópolis minera importante.

Para el año 2000, Sudbury se había convertido en una ciudad atractiva y razonablemente dinámica. Las empresas mineras clave de la cuenca de Sudbury, INCO y Falconbridge, se han mundializado, por cierto con mucho éxito, y tienen inversiones en casi todo el mundo. La zona de Sudbury ha empezado a consolidarse como un centro de innovación tecnológica en materia de explotación minera en roca dura, con una serie de empresas cada vez más sólidas orientadas a los minerales. La economía se ha tornado más dinámica, con varios otros estímulos positivos. El paisaje está volviendo a su estado natural, y la ciudad se ha vuelto atractiva en su entorno natural saludable, como resultado de la disminución de las emisiones de azufre. ¿Podrá Sudbury, como metrópolis minera importante, participar también con mayor éxito a nivel hemisférico y mundial, y más allá de su base regional? La respuesta a esta interrogante está en la capacidad innovativa, la densidad del tejido empresarial y la capacidad para manejar los desafíos ambientales y sociales. A continuación se pasa revista a estos temas.

Uno de los aspectos más alentadores de la economía de Sudbury en este momento es el énfasis que se pone en la *innovación*. Aún más importantes son las autoridades cívicas que están introduciendo una serie de cambios institucionales que pueden ser vitales para el futuro de Sudbury. La Corporación para el Desarrollo Regional de Sudbury, con el apoyo financiero del gobierno provincial, se ha puesto a la cabeza de este movimiento.

El papel que desempeña el Cambrian College, de la Laurentian University, en materia de investigación y capacitación en diversos aspectos de la geología y la minería es de especial importancia en la promoción futura de una aglomeración más sólida. La Laurentian University ofrece carreras completas de ingeniería de minas e ingeniería metalúrgica extractiva desde 1978, así como en las ramas más generales de ingeniería civil, mecánica y química, que también están relacionadas con la extracción y el tratamiento de minerales. La Laurentian University tiene también un importante Departamento de Ciencias de la Tierra que ofrece una carrera en esa disciplina. Hay algunos centros de investigación, como el Mining Automation Laboratory (Lumal) (Centro de Automatización de la Minería) de la Laurentian University, y el Mineral Exploration Research Centre (MERC) (Centro de Investigación en Exploración de Minerales). El Lumal se centra en aspectos como el análisis y el diseño de sistemas de minería automatizada teledirigidos o de control a distancia; la animación y simulación tridimensionales de operaciones de minería, y sistemas de control para métodos de transporte con vehículos. El MERC se dedica principalmente a prestar apoyo a la exploración de minerales, no solamente en la región de Sudbury sino también en el resto de Canadá y a nivel mundial, a colaborar en actividades de investigación de yacimientos minerales y de la geología precámbrica, y a la capacitación de geólogos en técnicas de exploración.

Es importante señalar, además, que las oficinas de la *Ontario Geological Survey* (Comisión Geológica de Ontario) y el *Ontario Geoscience Laboratories* (Laboratorio de Geociencias de Ontario) también están ubicados en la Laurentian University, y prestan, sin duda, un importante apoyo a la infraestructura científica que fortalece la aglomeración en la región de Sudbury.

Una innovación institucional que tiene un gran potencial a largo plazo es la creación del Norcat, Northern Centre for Advanced Technology Inc. (Centro de Tecnología Avanzada del Norte). Este centro es una cooperativa constituida por el Cambrian College of Applied Arts and Technology con empresas privadas. Su objetivo es dar apoyo a las empresas para el diseño de productos nuevos, la transferencia de tecnología y la capacitación en industrias de recursos naturales en general, así como en materia de construcción. En 1997 adquirió su propia mina, por compra a Falconbridge, con fines de ensayo y capacitación. Al parecer ya ha participado en el diseño de 43 prototipos de minería y construcción, y tiene programas en 10 países.

Una segunda innovación institucional es la creación de un Centre of Excellence in Mines and Mineral Research (Centro de Excelencia en Minas e Investigación Minera) en la *Laurentian University*. Este centro de Can\$ 75 millones es una cooperativa integrada por una pluralidad de socios del sector público y del privado. La *Laurentian University* también se ha abocado, en colaboración con el gobierno de Ontario y la Corporación para el Desarrollo Regional de Sudbury, al diseño de un parque de investigaciones de aplicación comercial. La finalidad del centro es crear una red de investigadores para prestar “servicios de análisis y asesoramiento a las industrias de recursos a fin de ofrecer ‘servicios de incubación’ a las empresas comerciales que se establezcan como resultado de las actividades de investigación . . . (y) brindar enseñanza, capacitación y programas dirigidos a empresas conexas del sector privado que produzcan bienes y servicios exportables”²¹. Estos centros de investigación y capacitación pueden ser de enorme importancia para fortalecer la posición de la aglomeración en la zona de Sudbury.

En cuanto a la *densidad del tejido empresarial*, es notorio que una amplia gama de empresas relacionadas con la minería se han establecido en la zona de Sudbury, entre ellas empresas manufactureras, de servicios empresariales como consultoría en geología y administración, consultoría y servicios de exportación, automatización de minas y comunicaciones, mantenimiento y reparación de equipos, talleres de máquinas, contratistas de servicios de electricidad, plomería y ventilación, y diversas clases de fabricantes. Para 1999, unas 20 de esas empresas se habían hecho socias de Camease, la Canadian Association of Mining Equipment and Services for Export (Asociación Canadiense de Equipo y Servicios de Minería para la Exportación), tras indicar que se consideraban

preparadas para competir en el mercado mundial. (Existen probablemente otras compañías que también están preparadas para ello pero que aún no son socias de Cameco). Curiosamente, estas empresas han tomado mayor conciencia y han organizado mejor sus esfuerzos por adoptar medidas colectivas en apo-

21. SRDC, 1999.

yo de sus actividades. Esto se refleja en su cooperación en las ferias comerciales y en su manera de identificarse a sí mismas como parte de la aglomeración de actividades relacionadas con los minerales de la zona de Sudbury.

En materia de los *desafíos ambientales y sociales*, desde 1978 Sudbury ha hecho un gran esfuerzo por recuperar y rejuvenecer su medio ambiente. Había unas 17.400 hectáreas de tierras áridas que requerían una labor de reforestación y restablecimiento de la vegetación. Mediante un esfuerzo cooperativo de la comunidad, para 1997 se habían recuperado unas 3.200 hectáreas, en las que se plantaron alrededor de 3.500.000 árboles. En este esfuerzo participaron el sector público (el gobierno federal, el provincial y el municipal), la Nickel Belt Conservation Authority (Autoridad de Conservación de la Zona del Níquel), el sector privado (INCO, TransCanada Pipeline, y la Caisse Populaire) y el sector de voluntarios (Servicios de Empleo de la Asociación Cristiana de Jóvenes, el Club de Leones, Tree Canada Foundation, y la Sudbury Social Services Administration Board). Al parecer quedaba aún un largo camino por recorrer, pero la región había vuelto a ser un lugar de enorme belleza natural.

Esta rehabilitación del medio ambiente es también importante para que Sudbury sea un lugar atractivo para vivir para el personal calificado que constituye la base humana esencial de un centro urbano floreciente y autosostenible.

Para el año 2000, Sudbury había establecido una economía de servicios diversificados capaz de abastecer a la población de la región. Como ya se señaló, Sudbury es un centro educacional de gran importancia para la región, ya que hay aproximadamente 2.300 personas empleadas en la Laurentian University, el Cambrian College y el Boreal College. Es un centro regional de servicios de salud, con unas 2.700 personas empleadas en el sistema de hospitales de Sudbury. Es un próspero centro de transporte y comercio al por mayor en la región, con fuertes vínculos con la economía nacional en materia de transporte. Por último, su sector manufacturero ocupó casi 5.000 personas en 1996.

Con este grado de diversificación en torno a las principales actividades económicas relacionadas con la minería, la economía de la región de Sudbury debería ser autosostenible en un alto grado, siempre y cuando las actividades fundamentales de minería y transporte sigan siendo pujantes.

Toda región inmersa en una economía nacional o mundializada más amplia tiene riesgos y puntos vulnerables que deberán encararse en el futuro. Hay factores que más adelante podrían poner obstáculos al actual proceso de diversificación y expansión de la región.

Uno de esos factores está relacionado con el vigor y la competitividad fundamentales de las actividades de extracción y tratamiento del níquel. Si en el futuro se pone en marcha algún proyecto nuevo, o la ampliación de un proyecto existente (como los de Voisey's Bay, Australia o Cuba), que aumente la oferta muy por encima de la demanda, y hay productores que producen a un costo más bajo que los de la cuenca

de Sudbury, podría haber una contracción de las actividades de extracción de níquel en la región. Es evidente que esto socavaría la base principal de la economía regional, a menos que se abrieran minas nuevas. El dilema para la región de Sudbury es que para que las minas sigan siendo competitivas puede ser necesario reducir aún más la fuerza laboral, a medida que se difundan la automatización y las técnicas de minería por control remoto. Pero también es imperioso que las propias minas sigan siendo competitivas en la economía mundial del níquel.

Un segundo factor de riesgo es la relación de la región con INCO y Falconbridge, los dos pilares mineros de la economía regional. Estas compañías se "mundializaron" con éxito hace muchos años, y actualmente tienen actividades prósperas de minería en muchas otras partes del mundo. Por cierto que

sus oficinas centrales no están en Sudbury, sino en Toronto. Ninguna de ellas es necesariamente fiel en forma absoluta a la región de Sudbury por el simple hecho de que allí haya comenzado su existencia y expansión. Esto significa que podrían irse de la región si les pareciera conveniente hacerlo. Es dudoso que tengan un compromiso permanente con la comunidad local y regional.

Un tercer punto vulnerable de la región radica en el hecho de que la participación de la explotación minera a cielo abierto en la economía minera mundial está aumentando en forma constante en términos relativos, principalmente porque es mucho más sencilla y en consecuencia de menor costo que la minería subterránea, que es compleja desde el punto de vista tecnológico y logístico y, por ende, relativamente costosa. Los productores de maquinaria y equipo de la región de Sudbury en particular, y del centro de Canadá en general, están orientados a la producción de equipo altamente especializado para la explotación minera subterránea en roca dura, en lugar de la maquinaria y el equipo utilizados en la explotación minera a cielo abierto, que son bastante diferentes. Esto significa que el mercado internacional para los productos de los fabricantes de maquinaria y equipo de minería del centro de Canadá puede no mostrarse particularmente propenso a la expansión en el futuro.

En síntesis, la transición de una aglomeración en torno a la minería que ha tenido éxito en la economía minera regional, a una que participe efectivamente en la economía internacional, puede no ser particularmente fácil.

4. CONCLUSIONES

La fortaleza de la aglomeración productiva en torno a la minería en Canadá se basa, en última instancia, en su generosa dotación de recursos minerales, la evolución de la extracción de los mismos y todas las actividades vinculadas a ella sobre un período de 15 años. Un conjunto de factores son de relevancia para explicar el éxito razonable de la emergencia de la aglomeración en Canadá. Algunos de los factores más evidentes son el tamaño y la diversidad de los recursos minerales mismos, la proxi-

midad a los principales mercados, la estrecha vinculación con algunos centros de innovación tecnológica y el desarrollo de un sector de productores de maquinaria y equipo especializado en comunicación con las empresas mineras. El sector financiero, en particular la bolsa de valores, ha jugado un papel crucial en la evolución de la minería, proveyendo capital de riesgo para la exploración en Canadá y el resto del mundo. La difusión de la información a través de una prensa especializada en minería también ha sido un ingrediente indispensable.

La política pública ha tenido un papel importante en el florecimiento del sector. De importancia central fue el Servicio Geológico de Canadá, que contribuyó con la cartografía geográfica básica usando tecnologías de vanguardia y estimulando de paso la producción de equipo de exploración y permitiendo que las empresas canadienses operaran efectivamente a nivel mundial. El sector público ha invertido fuertemente en formación de recursos humanos especializados, en infraestructura de transporte y en investigación minera. También ha apoyado el mercadeo internacional y la promoción de una cultura minera en general.

Finalmente, la aglomeración productiva en torno a la minería en Canadá y sus empresas siempre han estado expuestas a la competencia de empresas extranjeras y a la introducción de nuevas tecnologías e ideas de todas las fuentes posibles. También han tenido que competir con los mejores en la arena económica, sujeto a cada vez más estrictas reglas de control ambiental y de políticas sociales. Esto ha obligado a una rápida adopción de las mejores prácticas no solamente en el área técnica para mejorar la productividad, sino también en el manejo ambiental y la satisfacción de demandas sociales de comunidades locales. Todo ello es vital, no sólo para la aglomeración canadiense sino para cualquier aglomeración, si se quiere seguir siendo ambiental, política y económicamente sostenible.

Capítulo III

DIMENSIONES MACRO Y MESOECONÓMICAS EN LA EVOLUCIÓN DE LA MINERÍA EN CHILE*

Jorge Katz, Jaime Cáceres y Kattia Cárdenas

La minería es emblemático del rápido proceso de crecimiento que experimentara Chile en el curso de los años 1990. Capta 8% del PIB, 16% de la formación bruta de capital y 46% del total de las exportaciones. La producción minera ha crecido a una media anual acumulativa del 11% a lo largo de la última década. El cobre es claramente el rubro principal, representando casi 85% del total de exportaciones mineras efectuadas por Chile. Otros productos importantes son el oro, la plata, el molibdeno y el yodo.

Este capítulo analiza la importancia de las dimensiones macro y mesoeconómicas en la explicación del comportamiento de las empresas mineras, particularmente del cambio tecnológico y el comportamiento innovativo. Esto involucra temas económicos, tecnológicos, regulatorios e institucionales que se interconectan y retroalimentan dando origen a un proceso co-evolutivo de largo plazo, de crucial importancia en la historia económico-social de Chile.

En los años 1970, tras el golpe militar, cambió radicalmente el marco legal y regulatorio en el que se desempeña el país y la minería, induciendo ello –con cierto rezago en el tiempo– cambios profundos en la estrategia de largo plazo y en el comportamiento de los agentes económicos individuales. El DL 600 –estatuto a la inversión extranjera– de 1974, la Ley Minera de 1980 (al instituir el concepto de concesión plena) y la legislación tributaria llevan a que la ecuación de riesgos y oportunidades que subyace a la minería cambie radicalmente respecto a décadas anteriores. Ello, y la sensación generalizada de que el país entra en ese momento en una nueva fase de su historia en lo que a derechos de propiedad sobre los recursos naturales se refiere, ejerce un fuerte impacto. Entran nuevos actores, se revitalizan la inversión y el ritmo de modernización tecnológica de las principales firmas, y se vive una etapa francamente expansiva.

En paralelo, pero de forma independiente, también se registra un rápido proceso de cambio tecnológico en la producción de cobre a partir de la reacción que muchas

* Este capítulo es una versión abreviada y adaptada de Katz, Cáceres y Cárdenas (2000), en el que además se aborda la dimensión microeconómica.

grandes empresas de este rubro tuvieron a la crisis de precios y de demanda de los años 1980. Nuevas tecnologías de proceso fueron gradualmente difundiendo a escala mundial y doméstica. Lo mismo ocurre en lo que atañe a nuevos equipos, nuevas formas de organización del trabajo y nuevos modelos de cooperación entre firmas. La minería del cobre entra en una etapa de fuertes cambios tecnológicos y organizacionales de los que no quedan marginados los productores chilenos. Es más, en el marco de la fuerte expansión de los años 1990 Chile tiende claramente a cerrar la brecha tecnológica relativa que arrastraba de décadas anteriores.

El ingreso de nuevas empresas, la inversión en nueva capacidad instalada y el rápido ritmo de cambios tecnológicos que se experimenta, van dando paso a una fuerte transformación en la morfología y comportamiento de la aglomeración. Dado que en él operan empresas públicas, grandes firmas mineras de capital nacional, subsidiarias de empresas extranjeras y pequeñas firmas mineras de naturaleza cuasi artesanal –coligadas en torno a la figura de una central estatal de refinación, Enami– resulta natural esperar que las respuestas a dichos cambios fueran sumamente heterogéneas.

Lo económico, lo tecnológico y lo institucional interactúan condicionando la conducta de los agentes económicos individuales y el proceso de restructuración en que hoy está inmerso el sector minero de Chile. Comprender esta compleja trama de interacciones es crucial si se quiere identificar correctamente la agenda de temas con que la minería confronta en la actualidad a la sociedad chilena.

Algunos de dichos temas dicen relación con la sustentabilidad de largo plazo de esta actividad productiva –basada en un recurso natural no renovable– y con los cambios de estrategia que podrían ser aconsejables a fin de que la sociedad chilena maximizara los beneficios que deriva de sus innegables ventajas comparativas en la misma. Chile no es un actor menor en la escena internacional en este campo y necesariamente debe preguntarse hoy cómo aprovechar mejor las nuevas oportunidades de negocios que se abren de cara al futuro. Poder hacerlo, sin duda, involucra dar un salto competitivo y aumentar el valor agregado doméstico pero, dadas la significación que el cobre chileno tiene a escala mundial, ello seguramente involucra desarrollar localmente una base tecnológica, una trama de alianzas estratégicas con firmas de orden mundial y un cambio en la visión de largo plazo que el país tiene en esta materia. ¿Cuánto y de qué manera el país debe invertir en investigación y desarrollo en este campo para tener un papel de significación en la frontera del conocimiento asociada al mismo? ¿Cómo conviene actuar para desarrollar los recursos humanos que se necesitan para ello? Estas son algunas de las cuestiones que deben debatirse en profundidad en los ámbitos políticos y económicos chilenos.

El apartado 1 presenta los principales exponentes de las empresas mineras, y examina brevemente cómo las variables macro condicionan la conducta de los agentes económicos individuales. Se prosigue examinando cómo el conjunto de restricciones tecnológicas afectan la ecuación de rentabilidad de las empresas productoras de cobre. Es importante comprender que la producción de este mineral depende crucialmente de diversos rasgos físicos del yacimiento que cada firma explota y que resultan difíciles de modificar por la mano del hombre.

A raíz de ello, y paralelamente con la búsqueda de mejoras de proceso, las firmas mineras se ven en la necesidad de encarar esfuerzos de prospección minera en busca de nuevos yacimientos. En otros términos: mejoras de procesos en yacimientos ‘viejos’ y puesta en marcha de yacimientos nuevos constituyen dos caras de una misma moneda que, en conjunto, van dando forma a la estrategia de largo plazo de toda empresa minera. Resulta claro, planteado de esta forma, que la tasa de interés, el precio internacional del cobre, la tasa de salarios, las reservas de cobre disponibles en la empresa y en el mercado y, por sobre todo, las expectativas o *animal spirits* empresarios, inciden sobre dicha estrategia¹. Lo hacen a través de un complejo algoritmo en el que el momento ‘óptimo’ de apertura de un nuevo yacimiento, así como los gastos ‘óptimos’ de mejoras de proceso en uno que se va agotando en el tiempo, constituyen dos opciones estratégicas que todo elenco empresario debe manejar con cierto cuidado. Ambas se mezclan y entrelazan dando lugar a distintos comportamientos microeconómicos, algunos más exitosos que otros.

El apartado 2 se refiere al papel que lo institucional y regulatorio cumplen, complementando lo estrictamente tecnológico, como determinantes de la conducta empresaria en este campo de la actividad productiva. Analiza, a su vez, el comportamiento de la aglomeración en materia de esfuerzos de formación de recursos humanos, creación de capacidades de ingeniería local y fabricación nacional de bienes de capital.

La última sección resume las ideas y concluye con una breve discusión sobre posibles escenarios futuros.

1. EMPRESAS, MACROECONOMÍA Y TECNOLOGÍA EN EL COMPORTAMIENTO DE LA AGLOMERACIÓN MINERA

1.1 Las empresas mineras representativas

Para este estudio, se ha hecho un análisis en profundidad de tres empresas individuales representativas de la aglomeración, así como del grupo de las pequeñas empresas mineras. A continuación se presenta una caracterización de estos actores.

Soquimich

Es la principal empresa productora de yodo y nitratos del mundo, con una dotación aproximada de 3.500 personas. Los dos principales yacimientos salitreros que explo-

1. G. Cortázar y J. Casassus, 1998.

ta son de larga data. A partir de 1988 –año en que finaliza la privatización de esta firma– se da inicio a un importante programa de inversiones tendiente a modernizar las instalaciones y equipos, y se adopta como estrategia de largo plazo la diversificación de la cartera de productos. Dicha estrategia ha implicado la materialización de un gran número de proyectos tendientes a mejorar la calidad tanto química como física de los productos existentes y a desarrollar nuevos productos. Esto es apoyado por un centro de investigación propio, creado en el año de 1987. Desde el punto de vista organizacional la empresa se moderniza y adquiere estructura de *holding*, lo que le permite reducir significativamente su planta de operarios y empleados administrativos. En materia de apertura del *mix* de negocios observamos que la firma adquiere los derechos mineros necesarios para materializar el proyecto Minsal (cloruro de potasio, carbonato de litio, sulfato de potasio), se realizan exploraciones mineras tanto de recursos tradicionales (caliche) como de otros recursos minerales (metálicos y no metálicos), se adquieren empresas productoras relacionadas, se realizan asociaciones estratégicas con empresas internacionales, se avanza en la integración vertical tanto hacia atrás como hacia adelante, y se obtienen recursos de inversión por la vía de emisión de ADRs (*Advisory Depositary Receipts*) en el mercado bursátil norteamericano.

Minera Escondida

Esta es la segunda empresa productora de cobre de Chile (0,9 millones t/a cobre fino), con una dotación aproximada de 2.000 personas. Perteneció a un consorcio de empresas multinacionales. El yacimiento de cobre que explota desde el año 1990 presenta extremas bondades y además contiene oro como subproducto. El desarrollo del proceso fue realizado fuera del país y la contratación de la ingeniería ha sido con empresas internacionales. Se han materializado diversas fases de expansión de capacidad instalada en la mina bajo explotación. Las campañas de exploración minera en busca de nuevos yacimientos han sido poco intensivas si se comparan con las que realiza Codelco. En nuestra opinión la conducta conservadora de esta firma se explica por las escasas restricciones que debe enfrentar. La misma explota un yacimiento de altísima ley, no debe lidiar con escasez de recursos financieros, puede recurrir a la adquisición de pertenencias mineras a terceros, si así lo juzga conveniente, etc. Todo ello configura un cuadro de escasas preocupaciones –y alta rentabilidad– relacionado con sus actividades productivas en Chile. Minera Escondida ha mantenido un buen manejo ambiental y ha hecho aportes urbanísticos significativos a la ciudad de Antofagasta. A la fecha no ha incursionado en otros negocios, concentrándose en la producción de *commodities* con base en la explotación acelerada del yacimiento actual.

Codelco

Esta firma estatal es la principal empresa productora de cobre del mundo (1,3 millones t/a cobre fino) y opera con una dotación aproximada a las 18.000 personas. Cuatro de los cinco yacimientos que explota son de larga data, razón por la que no tiene sentido comparar la productividad *media* de esta firma con, por ejemplo, la de Escondida. La comparación sí tendría sentido si sólo se toma para ello la mina Rodomiro Tomic, de reciente puesta en marcha. A partir de 1994 Codelco inicia un amplio programa de inversiones físicas y de modernización organizacional y tecnológica en sus operaciones existentes. Adicionalmente, se avanza en forma importante en la gestión administrativa. Se realizan asociaciones con terceros para la exploración y explotación de nuevos yacimientos de cobre. Se reduce el personal, se externalizan diversos servicios, se crea un centro de investigación propio (1998), se efectúan aportes crecientes a actividades de promoción de nuevos usos del cobre, etc. Aun cuando el camino emprendido en pro de la modernización ha dado significativos resultados, es claro que resta mucho por avanzar en esta dirección. Ello parece requerir una visión ‘proactiva’ de Codelco –ya detectable en muchas de sus acciones recientes– buscando alianzas estratégicas con corporaciones privadas de talla mundial, y abriendo la estructura de negocios hacia campos relacionados y semirrelacionados con el cobre, tanto en Chile como en el exterior.

La pequeña minería

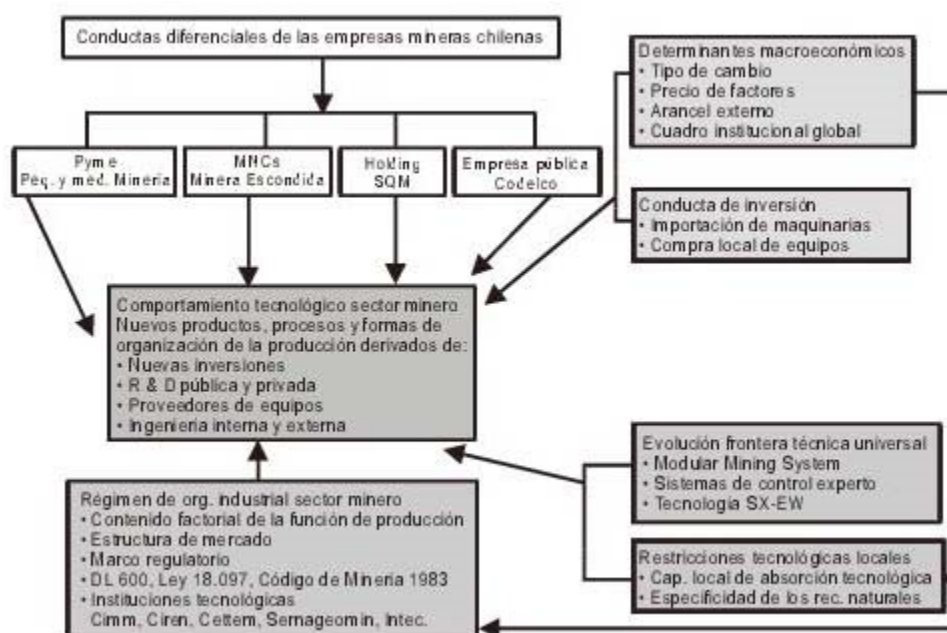
En el ámbito de las empresas pequeñas, cuasiartesanales muchas de ellas, donde los grandes cambios tecnológicos asociados a equipos pesados están, por definición, excluidos, resulta cada vez más difícil mantenerse en el mercado. Según un estudio elaborado por la Asociación Minera de Antofagasta, desde el año 1989 a la fecha, el número de pequeñas empresas mineras en la región cayó de 120 a sólo 14, mientras que la fuerza laboral de esta actividad disminuyó de 4.400 a sólo 150 personas en igual período. A lo anterior se suma la deficiente preparación técnica de este sector y los problemas legales con la propiedad minera, que llevan a las firmas pequeñas a asumir la condición de arrendatarios de minas y no de propietarios de las mismas. Además, muchos de los pequeños yacimientos se caracterizan por su alto costo de operación sobre todo en términos de transporte, porque generalmente se ubican lejos de los centros de elaboración y despacho. Se debe tener presente que lo que se transporta en el caso de los pequeños mineros es el mineral sin procesar (2-4% de contenido de cobre), en cambio en las faenas de mayor tamaño se transporta concentrado (40-50% de cobre).

También resulta importante observar que en la pequeña minería existen condiciones de trabajo muy precarias, caracterizadas, aparte de una faena muy dura, por graves deficiencias de seguridad, y las consecuencias extremadamente negativas para la salud, causadas directamente por intoxicaciones, accidentes, polvo (silicosis), etc. La necesidad de una explotación rápida y la falta crónica de capital de inversión y operación, coloca a los pequeños mineros en complicadas relaciones de dependencia con intermediarios, terratenientes y propietarios de máquinas o con grupos que, de alguna manera, prefinancian este tipo de actividad.

1.2 El papel de las variables macroeconómicas

El Gráfico III-1 describe el complejo juego de fuerzas económicas, tecnológicas e institucionales que actúa condicionando el comportamiento de las empresas mineras. La conducta de los agentes empresariales está afectada por variables macroeconómicas –la tasa de interés, el tipo de cambio–, así como también por variables del ámbito mesoeconómico, relacionadas con el régimen institucional y regulatorio en que opera la industria del cobre –por ejemplo, el régimen impositivo o la legislación sobre propiedad minera– y, por variables microeconómicas que hacen a la naturaleza de la propiedad –nacional o extranjera– a la historia evolutiva, y al desarrollo de la capacidad tecnológica interna de cada firma tomada individualmente.

Gráfico III-1
DETERMINANTES DEL COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO



Fuerzas de cada uno de estos tres planos afectan las expectativas, riesgos y posibilidades que enfrenta cada firma, condicionando su estrategia de negocios. Se comienza la descripción del escenario actual caracterizando brevemente las principales diferencias en las oportunidades y restricciones con que operan las principales firmas de plaza.

Los ‘grandes precios’ de la economía –la tasa de interés, el tipo de cambio, etc.– y el grado de incertidumbre en los mismos –usualmente reflejado en lo que se ha dado en llamar índice de ‘riesgo país’– inciden de manera crucial sobre el comportamiento de las empresas mineras. Junto al precio internacional de su producto, los ‘grandes precios’ afectan de manera crucial la propensión a invertir de cada empresa. Aun cuando se trata de variables genéricas, su incidencia puede ser muy distinta entre empresas.

El alto grado de estabilidad macroeconómica alcanzado por Chile en el curso de las últimas dos décadas, y la consolidación de los derechos de propiedad en el campo minero, sin duda hubo de reducir profundamente el índice de ‘riesgo país’ con que Chile confronta a la comunidad empresaria internacional induciendo a la misma –así como también a los empresarios locales– a encarar nuevos proyectos de inversión y de modernización tecnológica en el campo minero. Ello, y la calidad de los yacimientos de cobre disponibles en Chile, hizo que importantes empresas mineras internacionales llegaran al país a fines de la década pasada, trayendo consigo nuevas tecnologías y *know-how* organizacional para encarar grandes proyectos de inversión. Junto a ellas también llegaron muchos de sus proveedores internacionales de equipos y firmas de ingeniería, subcontratistas de servicios técnicos para la minería, lo cual fue gradualmente transformando a la aglomeración e introduciendo de forma incipiente una nueva ‘cultura’ minera en diferentes ámbitos de la sociedad local. Esto debe verse como un ‘capital social’ de gran importancia, pese a su carácter muchas veces intangible. La velocidad de ejecución de proyectos, los tiempos muertos por mantenimiento, la fabricación local de bienes de capital, la capacidad doméstica de ingeniería, etc. fueron mejorando sensiblemente al paso del desarrollo de dicha ‘cultura’ minera. Mejoró también en forma notable la velocidad de respuesta de los proveedores internacionales en lo que hace a la provisión de equipos hechos a pedido para uso

local y también la capacidad doméstica para organizar y emprender grandes obras de ingeniería en el campo minero.

Cuando los grandes precios de la economía operan adecuadamente, la tasa de interés constituye un factor de gran relevancia para determinar el momento óptimo de remplazo de una dada tecnología por otra. La estabilidad de precios permite el cálculo económico, y con ello la utilización de herramientas de optimización cuyo uso se fue difundiendo rápidamente entre las firmas del sector. A su vez, el cambio en los precios relativos –léase, abaratamiento relativo de los precios de los bienes de capital– y el mayor acceso al financiamiento externo, redundaron en una caída de la vida útil del capital o ‘ciclo de vida’ de los equipos, afectando ello la conducta tecnológica y organizacional de las empresas, las que en no pocos casos –servicios de transporte en la mina, por ejemplo– cambiaron los patrones de integración vertical con que desarrollaban su actividad, integrando al interior de la empresa actividades que previamente subcontractaban a terceros.

El rápido ritmo de expansión del sector ha redundado en un gradual aumento en el número y nivel de complejidad de los bienes de capital para la minería que se diseñan y fabrican en el país. En la actualidad se encuentran firmas dedicadas a la producción de perforadoras, sistemas picadores, vehículos utilitarios, bombas horizontales, calderas, hornos rotatorios, cargadores frontales (LHD), apiladores (*Stackers*), celdas de flotación y electrolíticas, ventiladores, puentes grúas, convertidores, y equipos y sistemas de transporte de sólidos y pulpa, entre otros. En otros términos, aun en el marco de una creciente internacionalización y con aranceles de importación sumamente bajos, la especificidad de las condiciones locales de explotación y la presencia de recursos humanos de creciente nivel de calificación, induce la aparición de un claro efecto de ‘derrame’ sobre la industria local de bienes de capital. El efecto dinámico de aprendizaje aquí involucrado lleva a muchas de estas firmas productoras de bienes de capital y servicios para la minería a buscar nuevas oportunidades de negocios en el exterior. Este interés ha encontrado formas de expresión institucional en dos comités especializados que se han constituido al amparo de la dirección de Promoción de Exportaciones, ProChile, que junto a 60 empresas nacionales formaron el programa Chile Exporta Minería. Las mayores expectativas de exportación se concentran en los proyectos mineros latinoamericanos. Las exportaciones de la industria chilena de equipos, accesorios e insumos para la minería durante 1997, fueron de, aproximadamente, US\$ 80 millones. Esta cifra puede parecer modesta pero significa que Chile exporta en proporción a sus exportaciones minerales unas diez veces más que otros países del subcontinente. Además, pone de relieve la capacidad tecnológica endógena que incide favorablemente en la competitividad de la actividad extractiva. Todo esto no hace sino reafirmar la visión previamente planteada de que estamos aquí frente a un proceso de coevolución sistémica, en el que lo productivo, lo tecnológico y lo institucional se retroalimentan e influyen mutuamente a través del tiempo.

A pesar de su condición ‘genérica’, las variables macroeconómicas afectan de forma diferenciada a las distintas empresas.

Las decisiones de inversión de Codelco involucran la participación del Estado chileno y por tanto tienden a reflejar el ciclo fiscal y las necesidades de financiamiento del gobierno central en medida no despreciable. Obviamente ello no pasa en el caso de las otras firmas. Escondida se financia en múltiples ocasiones a partir de recursos de su casa matriz en el exterior, en tanto que Soquimich y las empresas pequeñas y medianas del mercado captan capital domésticamente. Cabe aclarar que esto no excluye que Soquimich capta también capital en el exterior, principalmente para su proyecto Minsal que es distinto a sus operaciones tradicionales que dependen básicamente del capital doméstico. En función de estas diferencias parece evidente que las variaciones en la tasa de interés habrán de afectar de manera diferente a las distintas empresas. Cabe destacar, además, que es más generalizada en el ámbito privado que en el público la práctica de cargar intereses sobre el capital invertido durante el período de implantación de nuevos proyectos, lo cual también hace que el costo del capital –la tasa de interés– juegue un papel distinto entre firmas dependiendo de las prácticas de gestión que cada una emplea en sus programas de expansión².

El aumento en el tipo de cambio o en la tasa de salarios afecta más marcadamente a las empresas con una mayor proporción de costos en moneda nacional. A su vez, la disminución de los aranceles de importación, incide menos sobre las empresas privadas que exportan la totalidad de su producción, como es el caso de Escondida, que no tienen dificultad para recuperar la totalidad de los derechos de importación efectivamente devengados (la mayor parte son diferidos y posteriormente anulados). Soquimich vende en Chile una fracción importante de sus fertilizantes y del sulfato de sodio, y las empresas mineras pequeñas venden el concentrado de cobre a Enami. Cabe destacar que la recuperación de derechos de importación nunca es completa y principalmente afecta a los equipos de alto valor de importación directa. Cabe aclarar también que el no pago de aranceles (como por ejemplo en el caso de Escondida) sólo afecta a las inversiones. Cualquier suministro local lleva en mayor o menor proporción componentes importados. Existen casos en que la materia prima es completamente importada pero los derechos no son recuperables por tratarse de un material de consumo y no de una inversión. Por consiguiente, Escondida se ve afectada por el nivel arancelario, pero en menor proporción que Soquimich.

Del análisis anterior se desprende que la incidencia de las variables macroeconómicas tiende a ser mayor en el caso de las firmas grandes de capital chileno –Soquimich entre las aquí examinadas– así como en el de las firmas de propiedad extranjera, Escondida, en nuestro caso. Las empresas de menor tamaño y Codelco parecen depender menos del impacto de las variables macroeconómicas. En el caso de las primeras, las variables macroeconómicas se ven mitigadas o alteradas por la función de Enami como distribuidor de subsidios. En el caso de Codelco, es por su naturaleza de empresa pública. Todo esto tiende a reflejarse en diferencias de comportamiento. Las más ‘expuestas’ al impacto de las variables macro son las que más parecen haber aumentando su competitividad a través del tiempo, y ganado participación relativa al interior del sector, ya sea por ampliación de capacidad instalada (SQM y Escondida)

2. El monto de inversión total de un proyecto público nunca contempla intereses del capital en el período de construcción. En el sector privado sí se contempla el costo de oportunidad del capital. Por ejemplo, Soquimich aplica en sus cálculos un interés de 14% real anual desde la fase de construcción. Por ende, la tasa de interés juega un papel distinto dependiendo del tipo de empresas: mayor en el caso de SQM que en el caso de Codelco en el momento de evaluar la rentabilidad económica de un determinado proyecto.

como por vía de la diversificación de negocios (SQM). Codelco, en cambio, ha visto fuertemente restringida su capacidad de invertir en proyectos nuevos a lo largo de los últimos años, a raíz de su inserción al interior del sector gubernamental chileno y de la fuerte dependencia que ello genera entre el ciclo fiscal y las necesidades de financiamiento del sector público *vis a vis* los requerimientos de inversión de la firma. Ha perdido terreno relativo dentro del sector (no simplemente por la entrada de nuevos competidores como por la desfavorable evolución de sus costos de producción), como también lo han hecho las firmas pequeñas y medianas de capital nacional.

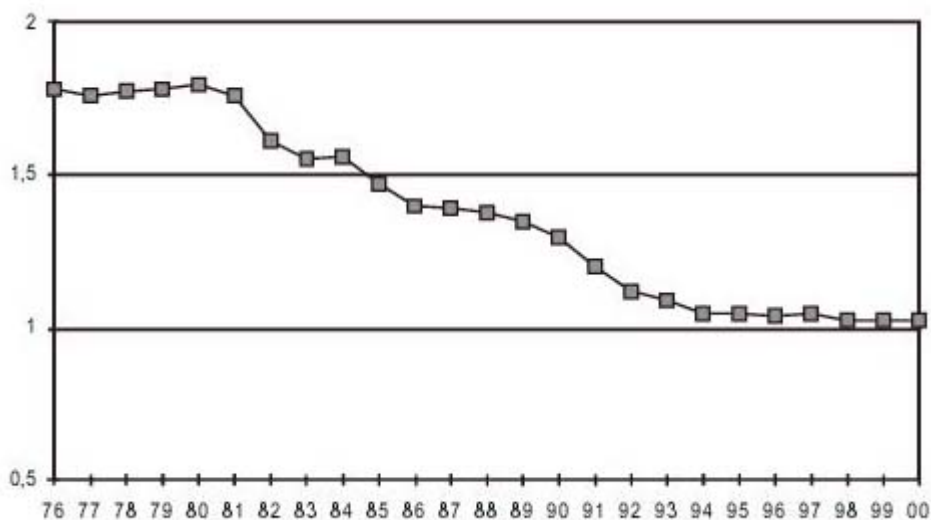
1.3 La naturaleza del yacimiento como condicionante tecnológica

El gráfico III-2 ilustra elocuentemente el factor de ‘determinismo tecnológico’ que rodea a esta actividad productiva. Los yacimientos ‘envejecen’ y su ‘edad’ está negativamente correlacionada con el rendimiento, debido a que la ley del mineral extraído va bajando en el tiempo y la complejidad mineralógica del yacimiento va aumentando. A raíz de lo anterior, los costos de explotación tienden a subir y la empresa debe efectuar esfuerzos encaminados a contrarrestar dicho rasgo estructural. ¿Cómo afecta todo esto la estrategia empresarial y cuál es el impacto diferencial entre firmas de operar con base en yacimientos de distinta calidad? Lo hace induciendo esfuerzos de mejoras de proceso, por un lado, y de prospección minera en busca de nuevos yacimientos, por otro. En ambas direcciones las diferencias de capacidad técnica entre empresas es grande y se convierte en factor crucial de su distinta performance de largo plazo. Veamos ambos temas por separado, comenzando por las mejoras de proceso.

Mejoras de proceso

El permanente avance tecnológico en materiales, equipos, instrumentación y técnicas de control lleva que sea factible introducir mejoramientos continuos en la tecnología que usan las empresas. Los mejoramientos más frecuentes dicen relación con el remplazo de equipos tales como compresores, celdas de flotación, molinos, correas, harneros, secadores, dosificadores, bombas, instrumentos, etc. Uno de los aspectos de mayor complejidad en la modernización de una planta de tecnología antigua es su automatización. En algunos casos ésta es una tarea demasiado onerosa, siendo más rentable continuar operando el yacimiento en forma manual con ayuda de instrumentación local. En el caso de procesos semiautomatizables, éstos puede ser optimizados mediante la incorporación de técnicas de control experto, disponibles en el mercado, las cuales permiten ajustar el proceso en tiempo real, teniendo en cuenta la experiencia acumulada en la operación.

Gráfico III-2
LEY DE COBRE (%) MINA CHUQUICAMATA
PERIODO 1976 - 2000



Fuente: Meb. y Proyecciones Codelco.

Pese a que el mejoramiento continuo de la tecnología de procesos y de organización de la producción es parte consustancial de la estrategia empresarial en este campo de la actividad productiva, resulta importante comprender que toda tecnología tiene un ciclo acotado de vida y que tarde o temprano debe ser remplazada por una tecnología más eficiente. Los yacimientos sufren fenómenos de agotamiento (afectando ello de manera distinta a diferentes empresas), hay retornos decrecientes a la mejora de procesos, hay estrategias diferenciales entre firmas en relación con efectuar dentro o fuera de la empresa las tareas de ingeniería y mejoramiento de procesos y, finalmente, hay también diferentes ritmos de aprendizaje y de desarrollo de la capacidad tecnológica interna de las distintas compañías. Todo ello hace que la historia tecnológica de cada empresa juegue un papel importante a la hora de ver cómo la morfología y comportamiento de la industria en su conjunto van cambiando a través del tiempo.

Así como el agotamiento de un yacimiento a través de los años, y las mejoras de proceso tendientes a frenar la caída secular de sus rendimientos, conforman una cara de la estrategia empresarial en este campo de la actividad productiva, la prospección en busca de nuevos yacimientos, con los que

eventualmente remplazar a los que van perdiendo rentabilidad, describe la otra cara de dicha estrategia.

La búsqueda de nuevos yacimientos

Más de 80 compañías extranjeras y una veintena de firmas nacionales realizan prospección minera en Chile. Ésta ha dado por resultado el descubrimiento de grandes yacimientos de oro y cobre. Según antecedentes del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), hasta mediados de 1997 la cartera de proyectos mineros llegaba a 40, de los cuales 16 se encontraban en etapa de exploración. Asimismo, la actividad de exploración ha dejado en evidencia otros 32 depósitos de cobre y 18 de metales preciosos, los que se encuentran en etapa de evaluación.

Los presupuestos promedio de inversión de las principales empresas extranjeras se sitúan entre 2 y 3 millones de dólares por año. El país cuenta con unos 900 geólogos, de los cuales unos 680 trabajan en esta actividad³.

Para los especialistas, el auge de la exploración minera en Chile, y por ende, de la actividad minera, radica principalmente en la extraordinaria calidad de los yacimientos, incluso comparativamente con otros del mismo tipo (cobre, oro, polimetálicos, etc.) en países vecinos. La exploración que se ha realizado en Chile ha sido probablemente una de las más exitosas del mundo en los últimos 25 años. Los expertos también opinan que la excelencia del ambiente geológico, en que se ubican los pórfidos cupríferos chilenos, las megaestructuras relacionadas con la mineralización, la definición de la franja andina de metales preciosos entre la Segunda y Sexta regiones, y los extensos salares en el norte de Chile, definen claramente el potencial minero del país para el próximo siglo.

El total invertido en exploración minera en Chile entre los años 1992 y 1996 alcanzó los US\$ 684 millones, de acuerdo con el detalle por origen de los recursos que se presenta en el cuadro a continuación⁴.

Cuadro III-1
GASTOS EN EXPLORACIÓN EN CHILE POR ORIGEN DE RECURSOS
Millones de US\$

Origen	1992	1993	1994	1995	1996
Australia		14	17	19	17
Canadá		39	70	77	92
Chile		17	17	21	21
Europa		22	22	26	26
EE.UU.		15	12	14	22
Total	106	106	138	157	178

Fuente: Sernageomin *Tendencias en la exploración en Chile*.

³. Colegio de Geólogos de Chile, 1998.

⁴. Sernageomin, 1998.

El trabajo de Sernageomin alcanzó una cobertura de 47 empresas que operaban en el país y que en su conjunto concentraban un 78% de la superficie otorgada en concesiones de exploración en Chile. La categoría Chile del cuadro anterior sólo contempla las empresas públicas (Codelco y Enami), donde Codelco tuvo un gasto de 15,5 millones en 1993, 17 millones en 1994, 15 millones en 1995, 20 millones en 1996 y de 22,5 millones de dólares en 1997.

Las técnicas de exploración minera han mejorado considerablemente en la última década, siendo posible predecir la existencia de yacimientos subterráneos antes de comenzar a perforar. Actualmente se utiliza como herramienta base la fotografía satelital junto con las cartas geológicas. Hace 10 años la

fotografía satelital era utilizada en Chile sólo por empresas extranjeras. Dichas tecnologías, sin embargo, no eran aún utilizadas por las firmas locales existiendo un retraso tecnológico de aproximadamente 10 años en esta materia. Otros avances tecnológicos en esta área han sido los instrumentos portátiles y de bolsillo que proporcionan la posición geográfica en forma muy exacta, lo cual facilita enormemente la tarea de recolección de muestras superficiales, técnicas sismográficas para la búsqueda de recursos hídricos, y lo que ha sido más relevante es la incorporación de diferentes paquetes computacionales que a partir de la información de sondeos permiten modelar el yacimiento y planificar su explotación óptima junto al manejo de la información topográfica histórica y diaria en tres dimensiones. El rezago tecnológico con que Chile opera en este campo se ha reducido considerablemente en años recientes. Por ejemplo, la nueva línea 1998 de *softwares* para control de producción y exploración de la empresa norteamericana Wonderware fue lanzada al mercado en forma casi simultánea en Chile y en Estados Unidos⁵.

El alto monto de inversión anual en prospección minera que se realiza en Chile ha motivado la formación de empresas especializadas que prestan servicios de geología, de perforación e incluso de corretaje de proyectos mineros. En otros términos: el desarrollo de la industria ha ido creando y profundizando mercados en torno a ella, haciendo que la trama productiva local se volviera crecientemente sofisticada y madura.

Pese a que el retraso tecnológico en materia de prospección minera se ha reducido significativamente en años recientes, resulta válido afirmar que las firmas nacionales funcionan como imitadoras de las nuevas tecnologías de prospección disponibles en los mercados mundiales. Un claro ejemplo de esto puede hallarse en la prospección submarina, campo en el que se han constituido siete consorcios internacionales que han realizado, cada uno de ellos, fuertes inversiones en exploración y en desarrollo tecnológico. Las compañías asociadas a estos consorcios son de los siguientes

⁵. Minería Chilena, febrero 1998.

países: Alemania, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Italia y Japón. Los consorcios desarrollaron técnicas especiales para ubicar, cuantificar y evaluar los mejores yacimientos de nódulos de manganeso en el Pacífico norte. La exploración se efectúa desde naves dotadas de equipos sofisticados que realizan una batimetría detallada, toman fotografías, recogen muestras y realizan los análisis químicos a bordo. Las técnicas de explotación de los nódulos de manganeso están en desarrollo, habiéndose probado algunas de ellas a nivel de escala piloto. Los consorcios esperan realizar explotaciones comerciales dentro de un lapso no superior a 5 años. Chile posee una Zona Exclusiva equivalente a casi cinco veces la superficie de Chile continental, pero es poco lo que ha logrado avanzar en esta materia. A partir del año 1993, la Armada de Chile dispone de un buque de investigación oceanográfica, sin embargo no cuenta con saca-testigos, ni palas o dragas para obtener muestras del fondo. Junto a otros que se examinan posteriormente, éste de la prospección minera, y en particular, la submarina, constituye un campo en el que la estrategia minera de largo plazo de Chile parece requerir un replanteo significativo si el país desea asumir un papel protagónico en los escenarios mundiales del cobre de las próximas décadas.

En resumen, en la medida que los yacimientos envejecen se van necesitando inversiones cada vez más grandes sólo para mantener los niveles históricos de rendimiento de los mismos. Esto, debido a la necesidad de procesar una cantidad mayor de mineral, de ley decreciente, para lograr los mismos resultados que antes, y a la necesidad de introducir mejoras de proceso para tratar un mineral cada vez más complejo. Adicionalmente, las empresas se ven en la necesidad de buscar nuevos yacimientos con los que remplazar a los que van perdiendo rentabilidad o bien para eventualmente aumentar su capacidad de producción.

2. INSTITUCIONES Y REGULACIONES

2.1 El papel de los factores mesoeconómicos

Chile instrumentó a partir del fin de los setenta y en el curso de los ochenta una sucesión de cambios institucionales que, tomados conjuntamente, acaban por modificar de manera radical el régimen global de incentivos en que opera el sector minero. Algunos son cambios específicos para la minería como en el caso de la legislación sobre propiedad de los recursos mineros o la reglamentación del régimen impositivo para la minería, aspectos que están íntimamente ligados a la rentabilidad de las firmas mineras y al ‘clima’ de seguridad institucional en el que las mismas pueden programar su inversión de largo plazo. También pertenecen al plano de lo mesoeconómico el tema de la formación de recursos humanos calificados, y el del comportamiento de los proveedores de equipos y firmas de ingeniería, ambos relacionados con el funcionamiento de lo que deberíamos caracterizar como el ‘sistema innovativo’ particular que subyace bajo el comportamiento de la aglomeración.

2.2 La legislación minera

El marco jurídico que regula la minería chilena está constituido, fundamentalmente, por la Constitución Política, la Ley Orgánica y Constitucional sobre Concesiones Mineras (Ley 18.097) y el Código de Minería de 1983. La Constitución de 1980 declara que el Estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas, con excepción de las arcillas superficiales. También dispone que una ley con carácter de orgánica constitucional determinará qué sustancias, con excepción de los hidrocarburos líquidos o gaseosos, pueden ser objetos de concesiones de exploración y explotación, las cuales se constituirán y extinguirán por resolución judicial. La duración de dichas concesiones, los derechos y obligaciones que de ellas emanen y su forma de amparo quedaron entregados a lo que dispuso dicha ley. Finalmente, la Constitución establece que el dominio del titular de la concesión está protegido por la garantía constitucional del derecho de propiedad. A su vez, la mencionada ley orgánica constitucional abordó los temas dispuestos en la Constitución y, a su turno, el Código de Minería, que entró en vigencia en forma simultánea con la referida ley en el año 1983, explicita en forma detallada las disposiciones de la referida ley orgánica.

En términos generales, los principios básicos de la legislación minera chilena otorgan amplias facultades para la exploración; libre denunciabilidad de la mayoría de las sustancias mineras; solidez de los derechos de propiedad emanados de las concesiones; seguridad en los procedimientos constitutivos y certeza en la conservación de la concesión y sistema de amparo objetivo.

Desde el punto de vista de la comunidad empresaria, la legislación minera es considerada como una buena combinación entre los intereses del país y las garantías y seguridades que requiere el inversionista minero, para encarar proyectos de largo plazo que requieren cuantiosas inversiones y donde el cronograma de recuperación de la inversión es seguramente más lento que en el promedio de la actividad económica. De todas maneras, es un campo en el que el punto de equilibrio entre el interés privado y el óptimo social es sumamente difícil de identificar y donde la política pública se mueve con un margen de incertidumbre y aleatoriedad difícil de resolver exclusivamente en el plano técnico. Mucha regulación desalienta la inversión y poca genera usos no óptimos (desde el punto de vista social) de un recurso no renovable, pero el punto divisorio entre ambas situaciones es sumamente difícil de determinar *a priori*. Algo semejante ocurre en lo que hace al régimen impositivo en el que opera el sector, como veremos a continuación.

2.3 El régimen impositivo

El sistema tributario chileno aplica un 15% de impuesto a las utilidades de cualquier empresa minera (nacional o extranjera) con ventas superiores a US\$ 3,5 millones

anuales. Un impuesto del 35% se aplica a las utilidades retiradas –del cual se descuenta el impuesto de 15% a las utilidades realizadas– por las compañías que no están amparadas por el Estatuto de Inversión Extranjera DL 600. Las empresas extranjeras acogidas al DL 600 pueden optar por un régimen de estabilidad tributaria (por un plazo de 10 años y por no someterse a la legislación general), pudiendo luego cambiar al régimen general pero sólo por una única vez. Existen al menos dos caminos legales que las firmas de capital extranjero pueden seguir para ‘manejar’ la carga impositiva que enfrentan: a. Registrar préstamos de su casa matriz, o b. Declarar pagos de *royalties* o licencias tecnológicas, en ambos casos a tasas más altas que las ‘normales’ del mercado. Ambos caminos acaban mostrando en el plano contable costos locales de producción superiores a los efectivamente devengados, hecho que redunda en una menor masa de excedente imponible. Hay posiblemente otros caminos, como por ejemplo los precios de transferencia, el financiamiento externo o el *timing* contable de las inversiones.

Otro rasgo importante del régimen institucional que afecta significativamente la conducta empresarial en este campo, dice relación con la posibilidad que tienen las firmas mineras de organizarse como “sociedades contractuales mineras”, lo cual las faculta a no pagar el impuesto a los retiros de utilidades mientras no registran utilidades contables, admitiendo un régimen de depreciación acelerada de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cuadro III-2
REGÍMENES DE DEPRECIACIÓN NORMAL Y ACELERADA (AÑOS)

Depreciación	Normal	Acelerada
Equipos pesados de minería	10	3
Costos de instalación	5	1
Construcción de instalaciones permanentes	25	8
Construcción de instalaciones temporales	10	3
Camiones pesados	7	2
Equipos pesados de minería	10	3
Herramientas pesadas	5	1

Al igual que con los temas de legislación minera previamente mencionados, este rasgo del marco institucional en que opera la industria –el poder constituirse legalmente como sociedades contractuales– ha permitido que el sector funcionara en el curso de los noventa con altas tasas de rentabilidad sobre el capital invertido, mayores sin duda de las que se hubieran obtenido en caso de que la industria minera hubiera estado sujeta a las generales de la ley. Ello eventualmente hubo de dar pie a un debate importante sobre la conveniencia o no de aplicar en Chile un impuesto especial a los recursos no renovables. Pese a que dicho debate no ha progresado en las esferas legislativas y parlamentarias de la sociedad, sí ha contribuido a crear una sensación de incertidumbre entre los distintos operadores del sector, afectando las expectativas de largo plazo de los mismos y sus expresiones en el debate político nacional. La sensibilidad política del tema ha dificultado y postergado el necesario debate acerca del flujo de ingresos que la sociedad chilena debería recoger por vía de impuestos.

2.4 La formación de recursos humanos calificados

El sistema de educación superior chileno cuenta con 67 universidades, 25 de ellas pertenecientes al Consejo de Rectores, y las 42 restantes ligadas al ámbito privado. A ello deben sumarse los 73 institutos profesionales privados y los centros de formación técnica, que llegan a 127.

Las ingenierías muestran un abanico amplio de posibilidades, que contemplan desde la ingeniería civil en minas, hasta áreas de conocimiento más específicas, como la ingeniería metalúrgica extractiva. Estos estudios se dirigen especialmente a la planificación, supervisión, administración de operaciones, estudios y dirección de labores extractivas, especialmente en la mediana y gran minería, metálica o no metálica. A éstas se suman también en el ámbito universitario la cartografía, la ingeniería en geomensura, la ingeniería metalúrgica y la ingeniería química.

En el sector de los institutos profesionales, igual que en los centros de formación técnica, la preparación de los futuros profesionales y técnicos se focaliza hacia áreas de conocimientos más específicas y parcializadas, como topografía, entre otras. Esta realidad es particularmente aplicable a pequeños centros de formación técnica dedicados a satisfacer la demanda de preparación del recurso humano en aquellas regiones de alto potencial y presencia del sector minero.

Pese al amplio espectro de alternativas de formación de recursos humanos existente en Chile para el sector minero-metalúrgico, el proceso de formación de técnicos y profesionales ha sido objeto de diversas críticas tanto por parte del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile como de las mismas empresas mineras. Entre otras cuestiones se ha señalado falta de motivación de los alumnos por ingresar a estas carreras, especialmente en la metalurgia; exceso de oferta en las vacantes universitarias; falta de criterio o visión de futuro en los planes de estudio; obsolescencia en la mayoría de los laboratorios y notoria falta de docentes, lo que afecta gravemente la calidad de la enseñanza.

Debido a las deficiencias del sistema actual de enseñanza, las empresas mineras grandes han desarrollado escuelas tecnológicas, asociadas a universidades, para ofrecer preparación técnica a los operarios y trabajadores del sector minero. Este es el caso de la mina Inés de Collahuasi con la Universidad Arturo Prat y la mina La Escondida junto a la Universidad Antofagasta. Codelco, por su parte, firmó un convenio con la U. de Chile para la formación de diplomados en áreas de interés para Codelco, en el cual se traen profesores especializados del exterior. Junto con Codelco, otras empresas mineras han aportado recursos, lo que suma US\$ 3 millones como inversión inicial y US\$ 100 mil anuales por cátedra. De las seis nuevas cátedras reciben el patrocinio de Codelco dos de ellas, las de Tecnología Minera y de Evaluación de Yacimientos. Enami patrocina la de Pirometalurgia, Phelps Dodge la de Procesamiento de Minerales, Minera El Abra la de Hidro-Metalurgia y Doña Inés de Collahuasi la de Geomecánica y Geotecnia. Las nuevas instalaciones de la U. de Chile fueron inauguradas a fines de 1997.

2.5 Las firmas de ingeniería

Actúan en el sector minero chileno tanto firmas locales de ingeniería como también grandes empresas internacionales, especializadas en la ejecución de megaproyectos mineros. El papel de unas y otras en el mercado doméstico es significativamente distinto.

Las firmas locales se desempeñan prioritariamente en la implementación de procesos o sistemas desarrollados por el usuario o por terceros, ya sea organismos de investigación o proveedores de equipos, en forma individual o conjunta. Por tanto, se trata de empresas que actúan como intermediarias entre quien tiene la tecnología –usualmente una firma de ingeniería de escala internacional– y quien desea incorporarla a un proyecto. Las firmas de ingeniería adoptan el papel de ejecutoras en la implantación de estos sistemas, procesos o equipos.

El crecimiento de los planteles profesionales y técnicos de las principales firmas locales de ingeniería ha sido poco significativo en el curso de la última década (cuadro III-3). La rápida expansión de las inversiones mineras de los años noventa parece haber tenido sólo un efecto marginal sobre este grupo de empresas. En efecto, la gran mayoría de las fuertes inversiones recientemente realizadas en Chile en el campo minero, ha estado asociada a procesos y tecnologías provenientes del exterior, y ello hubo de redundar en la rápida expansión de los planteles técnicos y profesionales de las firmas de ingeniería extranjeras. Sin embargo, la llegada al país de estas últimas conjuntamente con la inversión extranjera directa, hubo de generar un impacto significativo sobre la capacidad

tecnológica local en la materia, no sólo por vía del personal local que las mismas contrataron, sino también a través de la difusión de conocimientos técnicos de gestión de grandes proyectos de ingeniería que fuera tomando cuerpo en el medio minero chileno en el curso de los años noventa.

La dotación total de personal de las 9 principales empresas chilenas de ingeniería que ofrecen servicios al sector minero, alcanzaba en 1996 a unas 1.800 personas. Se trata de firmas que normalmente implementan mejoras de procesos, nuevas tecnologías, etc. desarrolladas por la empresa usuaria o por terceros. Por su parte, la dotación en Chile de las 3 principales empresas internacionales de ingeniería alcanzaba en ese mismo año a casi 7.300 personas. El ámbito de acción de estas empresas ha sido mayor que el de las empresas nacionales, abarcando actividades de desarrollo de procesos. En general las empresas locales de ingeniería han recurrido a asociaciones con firmas internacionales con el objeto de mantenerse competitivas y subsistir en un mercado altamente dinámico. Las empresas internacionales se han ajustado con gran rapidez a los requerimientos del mercado local, aumentando o disminuyendo sus planteles de profesionales y técnicos sin mayores dificultades ni presiones de tipo laboral o gubernamental.

Cuadro III-3
PERSONAS OCUPADAS EN LAS EMPRESAS NACIONALES DE INGENIERÍA
(NÚMERO DE PERSONAS)

Nombre	1992	1994	1996
Total empresas nacionales (8)	1.639	1.504	1.758
Total empresas extranjeras (3)	226	2.622	7.246

El cuadro refirma el hecho de que los megaproyectos mineros de reciente implantación en Chile han utilizado pocos servicios locales de ingeniería y, en cambio, han estado fuertemente asociados a la expansión local de grandes firmas de ingeniería de orden mundial. Se diferencia en este sentido la conducta de Codelco que, por política interna, reclama una participación de la ingeniería local en los grandes proyectos mineros hasta absorber aproximadamente una cuarta parte del valor de los mismos. Esto ha forzado a las firmas locales de ingeniería a asociarse a firmas internacionales, como en el caso de ARA que, para la realización del proyecto de la división Radomiro Tomic de Codelco, hubo de asociarse con Davy International, una de las mayores firmas mundiales del ramo.

A diferencia del caso de Codelco, Minera Escondida prácticamente no ha utilizado servicios locales de ingeniería, habiendo contratado los servicios de la empresa internacional Fluor Daniel, tanto en el proyecto inicial como en las distintas etapas de expansión realizadas con posterioridad.

En el principal proyecto desarrollado por SQM, proyecto Minsal con una inversión de US\$ 300 millones, se contrataron los servicios de ingeniería de la empresa local ARA. En otros proyectos de menor relevancia, se han contratado indistintamente los servicios de ingeniería a cualquiera de las empresas locales de ingeniería o a las empresas internacionales Davy International y Fluor Daniel. Esto, dependiendo de los resultados de las licitaciones privadas que se han realizado en cada caso. La mayor parte de los servicios de ingeniería contratados por SQM en sus operaciones tradicionales han involucrado aspectos de ingeniería básica y de detalle, habiéndose desarrollado internamente el proceso, los estudios de factibilidad y la ingeniería conceptual.

Codelco, por su parte, tradicionalmente contrataba externamente los servicios de ingeniería, tanto conceptual y básica, como de detalle. Esta situación fue modificada por política interna luego de la revisión a la cual fue sometido el estudio de factibilidad realizado por la consultora internacional Bechtel del proyecto Radomiro Tomic, revisión que implicó importantes modificaciones y un retraso de 1,5 años. Es así como a partir del año 1995 Codelco realiza, en forma interna, la ingeniería

conceptual de sus proyectos relevantes y aporta una parte significativa de la ingeniería básica (ingeniería de enlace).

En resumen, previo al auge minero de los años noventa, las empresas locales de ingeniería no contaban con la experiencia ni los recursos necesarios para implementar grandes proyectos de inversión. La situación actual es diferente tras el rápido crecimiento de la actividad y la puesta en marcha de grandes proyectos mineros a lo largo de la corriente década y la difusión en el medio doméstico de conocimientos de logística y organización del trabajo que previamente no se manejaban con soltura en el medio local. A partir de la fuerte expansión de la demanda por servicios de ingeniería se registra un importante proceso de maduración en el ámbito de las firmas locales, que hace que en la actualidad muchas de éstas estén en condiciones de enfrentar con éxito proyectos mineros significativamente mayores a los que podían ejecutar sólo pocos años atrás. La experiencia acumulada y la reciente caída de la demanda por servicios de ingeniería en Chile, ha impulsado a muchas de las firmas chilenas de ingeniería a buscar nuevas alternativas de negocios ofreciendo sus servicios en otros países latinoamericanos. Esto constituye un fenómeno novedoso que convendría apoyar de cara al futuro.

2.6 Los fabricantes de equipos y sus representantes locales

En el curso de los años setenta, y conjuntamente con el proceso de nacionalización del cobre, emergen en Chile un sinnúmero de firmas locales de representación comercial de grandes empresas mundiales productoras de equipos pesados para la minería. Ello posibilitó el suministro local de una serie de insumos, equipos y repuestos que previamente debían ser adquiridos en el exterior por parte de las empresas mineras que operaban en Chile. Pese a que en un comienzo dichas firmas de representación sólo actuaban como casas comerciales, muchas de ellas fueron gradualmente acumulando experiencia y conocimientos en el campo de lo tecnológico, hecho que les permitió comenzar a brindar diversas formas de asesoramiento técnico a las empresas mineras. Este proceso de acercamiento tecnológico entre proveedores locales de insumos intermedios, equipos y repuestos y firmas mineras adquiere mayor significación en la década de los años noventa ante el creciente dinamismo que experimenta el sector. Muchas de estas firmas expandieron sus elencos técnicos y profesionales y profundizaron su capacidad de ingeniería, con el fin de proveer de servicios tecnológicos complementarios a la inversión en equipos.

Prácticamente todos los grandes productores de equipos que atienden a la minería a nivel mundial se encuentran representados en Chile. A lo largo de los últimos años se observa una tendencia creciente a que estas firmas proveedoras de insumos, repuestos y equipos para la minería, estén físicamente presentes en las faenas mineras y busquen establecer relaciones de largo plazo con sus clientes mediante desarrollos tecnológicos conjuntos. También se observa un marcado proceso de *take-overs* (o adquisiciones) de este tipo de empresas por parte de firmas internacionales. Las inversiones más relevantes de los proveedores, nacionales o extranjeros, dicen relación con el servicio de mantenimiento de los equipos. Se ha remplazado la venta tradicional, vista casi exclusivamente como una operación de índole comercial, por otra cuya modalidad principal es que la firma de representación entrega un 'paquete' complejo de equipos y servicios colaterales de ingeniería involucrados en la instalación, puesta en marcha y servicio de posventa de las máquinas y equipos de transporte que comercializa. Ello implica que estas empresas han debido crear y desarrollar departamentos técnicos para esta nueva fase del desarrollo sectorial. La creciente relevancia del sector minero chileno y la gradual maduración de la capacidad tecnológica local en la materia, ha llevado aparejado una importante disminución en los tiempos de entrega y en el rezago entre el primer uso internacional de una dada tecnología y su utilización en Chile. En este plano el país opera prácticamente al unisono con la frontera internacional de conocimientos.

Los megaproyectos de los años noventa no sólo han implicado la importación y puesta en funcionamiento de grandes equipos de producción sino también de flotas de camiones mineros,

cargadores frontales, perforadoras y otros que demandaron la puesta en práctica de nuevos conceptos de atención técnica bajo la forma de contratos de suministro con mantenimiento y reparación incluida, los cuales dieron origen a centros de reparación de componentes, a prácticas de mantenimiento preventivo previamente no utilizadas, etc. La mayor parte de los capitales requeridos para la adquisición de modernos sistemas de procesamiento y transmisión de datos, herramientas, instrumental de diagnóstico, equipos de telecomunicaciones, etc., han provenido del exterior.

El desafío que ha implicado el constante avance tecnológico de los equipos representados, ha sido el de contar con personal profesionalizado, eficiente y entrenado que permitiera al proveedor de las máquinas y el material de transporte asegurar que éstos prestarían el mejor servicio posible a los clientes. Ello hubo de requerir esfuerzos permanentes de entrenamiento y perfeccionamiento profesional en este tramo del mercado.

No son pocas las empresas nacionales de representación que, habiendo transitado a lo largo de los años noventa por un proceso de aprendizaje tecnológico como el previamente descrito, han sido recientemente compradas por empresas internacionales. Junto a ellas es dable observar también la presencia de una nueva ‘camada’ de firmas proveedoras de equipos y servicios a la producción que llegara al país con la intención de participar en el fuerte proceso expansivo del sector minero.

Normalmente, los avances tecnológicos desarrollados en el exterior son puestos en conocimiento de los potenciales clientes mediante visitas periódicas, seminarios, folletos, ferias (Expomin y Exponor), presentaciones, convenciones, etc.; y se ofrece la ejecución de pruebas en laboratorio o pruebas en terreno para demostrar las bondades de las nuevas tecnologías.

Junto con lo anterior, se han creado numerosas actividades de especialidad como lo son: servicios de mantenimiento de equipos mineros, reacondicionamiento de equipos usados, (ej.: chancadores); servicios de instrumentación y control; movimiento de cargas; arriendo de equipos, maquinarias, herramientas, vehículos y camionetas; envases especiales; pinturas especiales; implementos de seguridad; servicios de perforación y tronadura; servicios de capacitación y entrenamiento de personal; servicios de alimentación, servicios de análisis químicos y mineralógicos, tratamiento de aguas, disposición de riles, control de emisiones, ventilación industrial, fabricación de calderas, etc.

El proceso de maduración sistémica que estamos describiendo involucra un nuevo patrón de interacción entre proveedores de insumos, equipos y repuestos y firmas mineras en el que aquéllos están cada vez más incorporados en las propias faenas mineras, interiorizándose de los problemas y potenciales soluciones a los mismos y participando cada vez más en los desarrollos y mejoras tecnológicas introducidos por las firmas mineras.

2.7 La importancia de lo meso

El cuadro que presentamos a continuación resume los distintos tipos de influencias (altas o bajas) que las fuerzas mesoeconómicas han tenido en el sector minero, y las diferencias que entre firmas es dable observar a este respecto. Tal como podemos observar también en este caso –como ya ocurriera en lo que hace al impacto de las variables macroeconómicas– encontramos que lo meso ejerce un impacto diferencial entre firmas, siendo el carácter (nacional o extranjera) de la firma, su naturaleza (pública o privada) y su dimensión (grande *versus* pequeña y mediana) importantes para decidir de qué manera lo mesoeconómico influye sobre el comportamiento empresario.

La legislación minera y el régimen impositivo no parecen afectar mayormente a Codelco dada su naturaleza de empresa pública. No así en todos los otros casos en los que, como ya hemos visto, dichos componentes del marco regulatorio tienen una influencia crucial en el comportamiento de las empresas. El papel de las firmas locales de ingeniería y de las casas de representación comercial de grandes productores mundiales de equipos, repuestos e insumos para el sector minero, no parece ser de importancia en el caso de Escondida, firma que hasta la fecha ha contratado siempre los servicios de ingeniería de

empresas internacionales y puede acceder directamente a los fabricantes de equipos sin mayor intermediación local.

La pequeña minería no parece estar mayormente influida por los temas de formación de recursos humanos o por el papel que en este mercado cumplen las firmas de ingeniería o los representantes comerciales de firmas productoras de equipos. Debido a los escasos recursos de inversión que manejan, se hallan francamente marginadas de los procesos de modernización tecnológica.

Cuadro III-4
GRADO DE INFLUENCIA DE LO MESOECONÓMICO
SOBRE LAS DISTINTAS EMPRESAS MINERAS

Factor mesoeconómico	Codelco	SQM	Escondida	PYME
Legislación minera	Baja	Alta	Alta	Alta
Régimen impositivo	Baja	Alta	Alta	Alta
Formación de RR.HH.	Alta	Alta	Alta	Baja
Firmas de ingeniería	Alta	Alta	Baja	Baja
Fabricantes y representantes de equipos	Alta	Alta	baja	baja

3. REFLEXIONES FINALES

La aglomeración productiva en torno a la minería en Chile muestra con claridad cómo lo macro y lo mesoeconómico interactúan condicionando el sendero evolutivo del conjunto de las empresas. También permite ver cómo dicho sendero evolutivo resulta de la interacción y co-evolución dinámica de variables económicas, tecnológicas e institucionales que se retroalimentan recurrentemente, haciendo que la estructura y comportamiento de la aglomeración constituyan el reflejo de fuerzas económicas convencionales pero también de factores que hacen al marco institucional y regulatorio, así como a la ‘cultura’ ingenieril y tecnológica que Chile posee en esta materia.

En los planos macro y mesoeconómico el sector minero de Chile ha cambiado dramáticamente en el curso de las últimas dos décadas. La estabilización macroeconómica, por un lado y, por otro, los cambios a nivel mesoeconómico en los derechos de propiedad, en el régimen impositivo, etc., afectaron profundamente la tasa de rentabilidad con que opera esta industria, despertando el *animal spirits* empresario, e induciendo un fuerte flujo de nuevas inversiones –locales y extranjeras– hacia la misma. La apertura de nuevas minas y plantas de refinación, la llegada de nuevas empresas, su arribo al medio local en compañía de grandes firmas internacionales de ingeniería y de empresas proveedoras de equipos y de servicios para la minería, fue gradualmente haciendo más densa y nutrida la trama de agentes económicos del sector, mejorando la ‘cultura’ minera de la sociedad local y dando paso a un proceso de ‘maduración sistémica’ que hasta aquí ha sido poco examinado.

Las fuerzas provenientes de los planos macro y mesoeconómico han afectado en forma diferenciada las expectativas, riesgos y oportunidades de las principales firmas de plaza, favoreciendo o condicionando las diferentes estrategias de negocios y comportamientos empresarios. En el cuadro que sigue, se presenta un resumen del impacto causado por la evolución experimentada en la última década en los planos macro y mesoeconómico sobre las estrategias adoptadas por las principales firmas de plaza.

Cuadro III-5
RESUMEN IMPACTO DIFERENCIAL DE LAS VARIABLES MACRO
Y MESOECONÓMICAS SOBRE LAS DISTINTAS FIRMAS DE PLAZA

Variables	Codelco	SQM	Escondida	PYME
Macroeconómicas	Débil	Fuerte	Medio ^a	Débil
Mesoeconómicas	Medio	Fuerte	Medio	Débil
Caracterización de estrategia	Recuperar competitividad	Diversificar y abrir nuevos negocios	Lider en costos y crecimiento	Sobrevivencia
Caracterización conducta	Conservadora	Dinámica hacia afuera	Dinámica hacia adentro	Pasiva

La evolución de los factores mesoeconómicos (legislación minera, régimen impositivo, formación de recursos humanos, firmas de ingeniería, fabricantes y representantes de equipos), muestra un impacto diferenciado entre las empresas analizadas. En efecto, los distintos componentes del marco regulatorio, que tienen una gran influencia en el comportamiento expansivo de las empresas privadas no parecen afectar mayormente a Codelco, dada su naturaleza de empresa pública. Por otra parte, la evolución de las firmas locales de ingeniería y de las casas de representación comercial, que no han afectado el comportamiento empresario de las firmas extranjeras, sí ha facilitado la implementación de la estrategia de modernización tecnológica adoptada

6. La incidencia de las variables macroeconómicas en Escondida es menos fuerte que en Soquimich, por la incidencia de la tasa de interés local.

por las firmas nacionales de gran tamaño y con operaciones de larga data. La pequeña minería no parece estar mayormente influida por los temas de formación de recursos humanos o por el papel que en este mercado cumplen las firmas de ingeniería o los representantes comerciales de firmas productoras de equipos. Debido a los escasos recursos de inversión que manejan, se hallan francamente marginadas de los procesos de modernización tecnológica.

La aglomeración confronta contemporáneamente a Chile con varios dilemas de fondo que deberán ser enfrentados en años venideros. Dada la intención de este capítulo de concentrar el esfuerzo sobre lo tecnológico e innovativo, esta última sección se limita a discutir el tema del desarrollo de la capacidad tecnológica endógena en el campo minero.

En esta materia, se debe tener en cuenta que las principales inversiones realizadas por las empresas extranjeras dicen relación con la explotación de nuevos yacimientos, y que dadas las bondades naturales que presentan estos yacimientos, no ha habido grandes esfuerzos de desarrollo tecnológico. En efecto, en la mayor parte de los casos ha bastado con utilizar las tecnologías disponibles en el mundo (SX-EW, equipos mineros de gran tamaño, etc.) para asegurar un adecuado retorno de la inversión. Teniendo en cuenta que los costos operacionales de estos nuevos yacimientos no deberían sufrir mayores variaciones en los próximos 10 años, parece lógico pensar que los esfuerzos del sector extranjero de la industria seguirán puestos en la búsqueda de nuevos yacimientos de alta ley, más que en el desarrollo de nuevas tecnologías que les brinden ventajas competitivas.

Desde esta perspectiva resulta razonable esperar que gran parte de lo que se haga en el país en materia de desarrollo de la capacidad tecnológica interna habrá de estar asociado a Codelco y a lo que el mismo sector público —a través de universidades, institutos tecnológicos del campo estatal, etc.— haga en esta materia. Pese a que es mucho lo que Codelco ha progresado en este plano en los últimos años, resulta claro que todavía también es mucho lo que resta por avanzar para alcanzar un adecuado clima innovativo dentro de la empresa. Codelco ha encarado con fuerza su transformación en esta

materia renovando programas y enfoques en la búsqueda de nuevos conocimientos tecnológicos, pudiéndose esperar fuertes progresos en esta materia en años venideros.

Más allá de lo que haga Codelco en esta materia, conviene observar que el desarrollo de una 'cultura' minera en Chile depende también de los esfuerzos que en materia tecnológica desarrollen tanto el sector universitario como los institutos de investigación del ámbito público. Aquél aparece como más orientado al mejoramiento de los recursos humanos así como a temas de investigación básica. Por otra parte, los centros tecnológicos estatales, incluyendo tanto los universitarios como aquéllos que cuentan con financiamiento público, enfrentan el obstáculo de falta de recursos y de las bajas remuneraciones, lo que dificulta la retención de personal altamente calificado. Resulta clara en este sentido la experiencia negativa del CIMM que opera en franca desventaja ante otros centros de investigación análogos de países mineros desarrollados, que disponen de recursos varios órdenes de magnitud mayores que aquél.

Es escaso el impacto que en este campo de la actividad productiva ha tenido el sistema de fondos concursables, manejado por el sector público en años recientes, como incentivo al desarrollo de nuevas tecnologías. Las necesidades de investigación y desarrollo de las empresas mineras chilenas con yacimientos de larga data son cuantiosas, especialmente respecto a desarrollo de nuevos procesos, técnica y económicamente competitivos, para el tratamiento de minerales cuya complejidad tanto química como física ha ido aumentando. De forma creciente estos desafíos se han ido enfrentando a través de un creciente número de convenios de cooperación o intercambio tecnológico con centros de investigación nacionales y/o extranjeros y con proveedores.

Previo al auge minero de los años noventa, las empresas de ingeniería nacionales no contaban con la experiencia ni los recursos necesarios para implementar grandes proyectos de inversión. La situación actual es diferente tras la ejecución de grandes proyectos mineros a lo largo de la corriente década. A partir de la gran demanda por servicios de ingeniería realizada por Codelco, se ha dado un fuerte proceso de maduración en el ámbito de las firmas locales de ingeniería que hace que en la actualidad muchas de éstas estén en condiciones de enfrentar con éxito proyectos mineros significativamente mayores a los realizados en la década de los ochenta. Asimismo, la presencia en Chile de grandes firmas extranjeras de ingeniería ha permitido a las empresas nacionales fortalecer la capacidad de gestión y organización asimilando estilos de gestión y organización más modernos.

La nueva tendencia que se observa, en el ámbito minero chileno, en la relación cliente-proveedor, es que en forma creciente los proveedores están presentes en las propias faenas mineras, interiorizándose de los problemas y potenciales dificultades para resolverlos de parte de los clientes, lo cual ha llevado a relaciones de más largo plazo entre clientes y proveedores, las que normalmente se acompañan por desarrollos o mejoras tecnológicas realizadas en forma conjunta. Por otra parte, el constante avance tecnológico de los equipos, ha obligado a los representantes a contar con personal profesionalizado, eficiente y entrenado para asegurar que los equipos continúen operando y satisfaciendo las necesidades de los clientes. Esto ha implicado, por una parte, el remplazo de personal de las áreas tradicionales de venta por profesionales técnicos en nuevas áreas de servicio al cliente como la posventa, junto con el permanente entrenamiento y perfeccionamiento profesional de sus empleados.

Finalmente, y en lo que hace al tema de la tributación a los recursos mineros no renovables, resulta claro que resta por efectuarse aquí un debate sustantivo acerca del flujo de ingresos que la sociedad chilena debería recoger por vía de impuestos. La competitividad de largo alcance en minería depende de la capacidad para explorar en busca de nuevos yacimientos y ampliar así las reservas conocidas. Basta comparar los gastos en prospección minera que realiza Codelco (US\$ 20 millones anuales) con los que realiza Escondida (US\$ 1,65 millones en 1997) –esta última con una producción equivalente a tres cuartas partes de la de Codelco– para darse cuenta de lo complejo del tema y de la necesidad de un programa coordinado entre el sector público y el sector privado, que encare el tema impositivo y el de los gastos de

prospección minera como parte de un mismo conjunto de temas que demanda una solución integrada. Japón, por ejemplo, ha iniciado en años recientes programas de prospección de nódulos de manganeso en el fondo marino con recursos y técnicas muy lejos de las que hoy emplea Chile. Sin embargo, Chile con ventajas geológicas innegables, cuenta con extensas áreas de su territorio que permanecen sin explorar muchas veces por falta de recursos y otras por falta de alianzas estratégicas con grandes grupos internacionales. A nuestro juicio, más que debatir coyunturalmente si conviene o no recaudar más o menos impuestos de una actividad que explota recursos no renovables, lo que debería hacerse es estudiar cómo los ingresos fiscales y la prospección minera constituyen dos caras de una misma moneda, relacionadas ambas con la sostenibilidad en el tiempo de una actividad tan relevante para el país como es la industria minera.

Página intencionalmente en blanco.

Capítulo IV

DESARROLLO DE PROVEEDORES EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Malaika Culverwell

Este capítulo analiza las relaciones comprador-proveedor entre las grandes empresas mineras y sus proveedores medianos y pequeños en la aglomeración en Antofagasta. Tal como indica Porter (1990), los flujos de información sobre necesidades, técnicas y tecnologías entre compradores y proveedores se agilizan sobremanera en virtud de la proximidad. La proximidad o afinidad está en el meollo de la definición del concepto de *cluster*. La proximidad de entidades comerciales complementarias puede dar origen a economías de aglomeración que se producen debido a que los eslabonamientos locales reducen los costos o incrementan los ingresos de las empresas que intervienen en un intercambio de esta índole. En la región de Antofagasta salta a la vista que hay una concentración geográfica de proveedores especializados y no especializados en torno a las empresas mineras.

No todos los proveedores son considerados esenciales o valiosos por las empresas mineras de la aglomeración regional. Cuáles son los costos que pueden reducirse o cuáles son los ingresos que pueden recogerse del intercambio de bienes y servicios, es el factor esencial para la prioridad que se otorga a determinados proveedores. Esto afecta a su vez la manera como se visualiza la aglomeración y las políticas de fomento al desarrollo de proveedores. Puede decirse que los proveedores grandes especializados pertenecen a un tipo de aglomeración y que los proveedores medianos y pequeños no especializados pertenecen a otro. Aunque la confluencia de estas dos aglomeraciones es necesaria para la eficiencia colectiva a largo plazo, este capítulo enfatiza la meta a corto plazo de simplemente mantener la presencia de proveedores medianos y pequeños.

Una tendencia reciente de las empresas de la minería del cobre en Chile ha sido buscar nuevas mejoras de gestión en el ámbito de la adquisición y la gestión de materiales. Aquí, el tema de la integración de la cadena de proveedores ha recibido gran atención, lo que ha exigido que los departamentos de adquisiciones y contratos se concatenen estrechamente con los clientes internos y proveedores a fin de obtener mayores eficiencias en materia de costos, calidad y tiempo. Una observación inicial de la aglomeración revela que las relaciones de largo plazo con los proveedores

grandes especializados tiene el potencial de agregar más valor a las empresas mineras en términos de costo, calidad total y entrega oportuna. Los proveedores pequeños y medianos, por otra parte, tienden a presentar oportunidades para que la empresa minera aproveche su poder de influencia y negociación para obtener beneficios en términos de reducción de costos y la flexibilidad de uso. Últimamente, la idea de la minimización de costos mediante la aglomeración ha perdido cada vez más credibilidad en esta era de internacionalización creciente y de acceso por Internet a otros mercados proveedores¹. Por tanto, aparte de las situaciones en que sus servicios o productos son necesarios “justo a tiempo” o son notoriamente más baratos a nivel mundial, los proveedores medianos y pequeños son desplazados de la aglomeración y encaran la competencia creciente de los grandes proveedores nacionales e internacionales.

Desde una perspectiva del desarrollo regional, el ingreso y el empleo que generan los proveedores medianos y pequeños son esenciales. Este eslabonamiento industrial hacia atrás en la cadena proveedora de las grandes empresas mineras presenta una oportunidad para que la región aproveche las ventajas económicas de manera que la comunidad tenga más control sobre sus recursos y más oportunidades de desarrollar sus propias soluciones locales.

Este capítulo explora el desafío de preservar la participación de los pequeños y medianos proveedores en la cadena abastecedora y, por ende, en la región. Es urgente solucionar este problema en el corto plazo ya que la situación actual de los pequeños y medianos proveedores suele ser la de tratar de sobrevivir en su actividad proveedora y sostener sólo actividades básicas de formación de capacidades. Además, este aspecto cobra especial importancia debido al carácter cortoplacista de las decisiones de adquisición que toman las empresas mineras. El capítulo destaca la importancia de estimular en el corto plazo la cooperación, comunicación y transparencia entre los actores, como manera de satisfacer las necesidades de eficiencia colectiva en la aglomeración. Las empresas mineras tienen un incentivo para cooperar ya que pueden beneficiarse de la reducción de los costos de transporte y de la mayor transferencia de conocimientos que genera la proximidad. Una vez que logren mantener su posición en la cadena de la oferta, sólo entonces podrán los pequeños y medianos proveedores esforzarse por mejorar su posición, convirtiéndose en socios más estratégicos de las empresas mineras y desarrollando una relación más interdependiente con estos y otros clientes en diversos sectores y países vecinos.

En consecuencia, el interrogante general que plantea este capítulo es “¿Cómo pueden los pequeños y medianos proveedores integrarse en la aglomeración para lograr la eficiencia colectiva en el corto plazo?”.

La primera parte entrega una síntesis de los eslabonamientos hacia atrás con la economía regional a través del ingreso, el empleo y la producción. Se destacan en particular los eslabonamientos productivos, porque es un elemento importante en el

¹. Maskell y otros (1998) pág. 62.

desarrollo industrial regional, y se describe una síntesis histórica de las políticas y acontecimientos recientes asociados con los eslabonamientos productivos en Antofagasta. La segunda parte introduce el concepto de integración de los proveedores y emplea un modelo conceptual para mostrar cómo el consenso mutuo en el corto plazo entre las empresas mineras y los proveedores pequeños y medianos puede llevar a la eficiencia colectiva en la aglomeración. Aquí se hace hincapié en los *factores de atracción*. Estos son los factores que maximizan las posibilidades de que las grandes empresas mineras integren voluntariamente a los proveedores pequeños y medianos en su cadena proveedora. Los *factores de presión* naturales (aquellos que inducen a las empresas mineras a la subcontratación –por ejemplo, cambios en el comercio mundial, desarrollo dentro de la empresa, cambios tecnológicos y prácticas de gestión, etcétera) funcionan mejor con los grandes proveedores especializados. Por consiguiente, con respecto a los proveedores pequeños y medianos, las empresas mineras y las instituciones de apoyo tienen que hacer un esfuerzo extra para evitar su marginación. La segunda

parte describe algunos escenarios en que los factores de atracción fueron exitosos, a saber, intercambios entre compradores y proveedores, grupos de proveedores, esquemas de capital de riesgo y redes multiinstitucionales. La tercera parte concluye señalando que aunque los programas de creación de eslabonamientos exigen el esfuerzo de todos los actores involucrados, en Antofagasta la asimetría de poder favorece a las compañías mineras y, por ende, el peso de la responsabilidad de iniciar el compromiso mutuo está en la mayoría de los casos en manos de las empresas mineras.

1. LAS AGLOMERACIONES MINERAS EN ANTOFAGASTA

a) Antecedentes históricos y la importancia económica de la minería en la región

La minería en Chile siempre ha estado concentrada en las provincias del norte, una zona desértica en que la agricultura es escasa y la silvicultura inexistente. La región de Antofagasta es el producto del auge de la minería del salitre en el siglo XIX. Es la segunda región más grande del país con 16,7% del territorio nacional. Según el censo de 1992, es una de las regiones menos densamente pobladas del país. Su población total es de 410.724 habitantes con 3,2 habitantes por kilómetro cuadrado.

El salitre fue el principal producto minero de Chile hasta la gran depresión de 1930 cuando el mercado consumidor colapsó, como resultado del descubrimiento de métodos alternativos para sintetizar el nitrógeno sumado a una disminución de la demanda del producto. Las utilidades generadas por la industria salitrera eran desviadas a otras regiones. Por ejemplo, las haciendas de Agustín Edwards (San Isidro, Los Nogales, La Peña y Quilpué) y de otros grandes propietarios de minas se carac-

terizaban por modernas obras de riego e importaciones de maquinaria². La riqueza minera creó también los primeros bancos. El Banco Nacional de Chile, con sede en Valparaíso, que fue establecido en 1865, pasó a ser la primera institución bancaria del país³. La minería del cobre surgió a comienzos del siglo XX cuando el avanzado proceso de flotación que se utilizaba en los Estados Unidos se aplicó en los yacimientos de Chuquibambilla (1904) y El Teniente (1916).

Aunque la riqueza de recursos naturales formó el nexo en torno al cual comenzó a desarrollarse la economía de Antofagasta, también pasó a ser una fuente de fluctuación continua del crecimiento económico. De 1890 a 1960, la economía de Antofagasta siguió de cerca los altibajos de los ciclos económicos de la minería. La economía regional pasó a ser un reflejo para el mundo de lo que estaba ocurriendo en los períodos de auge o depresión del salitre o el cobre.

La nacionalización de la minería de cobre a comienzos de los años setenta durante el gobierno socialista del presidente Salvador Allende, puede considerarse como una estrategia utilizada para captar las utilidades del dólar minero. Por otra parte, desde mediados de los años setenta hasta mediados de los noventa los gobiernos militar y democráticos prefirieron centrarse en los impuestos directos e indirectos tras promulgar una serie de leyes para atraer a los grandes inversionistas mineros extranjeros. Una de esas leyes, el Decreto Ley 600, concede la repatriación de utilidades a los inversionistas extranjeros sin límite de tiempo, un régimen tributario invariable con una tasa impositiva efectiva de 42% por un mínimo de diez años, así como la exención del pago del valor agregado por la importación de maquinaria y equipo no producidos en Chile⁴. Un estudio realizado por el PREALC (Programa Regional del Empleo para América Latina y el Caribe) mostró que en 1989, sin perjuicio de esta ley, la industria minera absorbió casi la mitad de la producción nacional de bienes de capital por un valor aproximado de 120 millones de dólares⁵.

Desde principios de los años noventa, el discurso político en Antofagasta se ha centrado en la idea de estimular los eslabonamientos hacia atrás de la minería en la economía regional. Esta terminología denota la toma de conciencia de que gran parte de la riqueza que genera la industria minera en Antofagasta se exporta con muy poco valor productivo agregado. A través del tiempo, el sector

minero ha contribuido consistentemente al 57-60% del producto regional bruto y al 8-9% del producto interno bruto. Además, según lo declarado recientemente por los directores de la Asociación de Industriales de Antofagasta, la segunda región contribuye con más de 1.200 millones de dólares anuales en excedentes (ganancias de empresas públicas) e

². R. Nazer (1993) pág. 185.

³. R. Nazer (1993) pág. 154.

⁴. G. Lagos (1997) pág. 55.

⁵. Prealc, 1989.

impuestos y sólo recibe menos de 100 millones de dólares en inversión pública, o sea, el 10%⁶. De manera que aunque Antofagasta tiene el producto regional bruto *per cápita* más elevado de Chile, que duplica aproximadamente el de la región metropolitana, su ingreso *per cápita* es menor que el de esta última región y algunas otras.

Según una matriz insumo-producto creada especialmente para la segunda región⁷, el sector minero no tiene un gran encadenamiento directo con otras actividades productivas, hecho que ha llevado a considerarla como una “industria enclave”. El valor de las adquisiciones intermedias de la minería como porcentaje del producto regional bruto es sólo de 5,8%⁸. En cambio, la demanda ejercida por los trabajadores mineros genera empleos adicionales de manera importante y en consecuencia incide favorablemente en la distribución del ingreso. Este efecto inducido es particularmente positivo como resultado del elevado ingreso de los trabajadores permanentes contratados en los sectores mineros. Aquí es interesante notar la diferencia entre la empresa estatal (que emplea aproximadamente a 7.000 trabajadores directos) y las empresas privadas, que operan con un número mucho más reducido de trabajadores permanentes y subcontratan más servicios. Como muestra Aroca (2000), la empresa estatal tiene comparativamente menos encadenamientos productivos con la economía local pero genera un efecto multiplicador inducido mayor al contratar más trabajadores con un ingreso alto y estable que las empresas privadas.

b) Las políticas e instituciones asociadas con los eslabonamientos productivos regionales

Dado que el poder político en Chile está centralizado, las políticas de gobierno nacionales y regionales son muy convergentes. Aunque se considera que el desarrollo industrial regional es función de los eslabonamientos productivos, la política del gobierno ha hecho generalmente más hincapié en el desarrollo interno de la pequeña y mediana empresa que en las políticas relativas al desarrollo de eslabonamientos entre empresas. Además, no ha habido una relación histórica formal de la evolución de las políticas vinculadas con el desarrollo de eslabonamientos productivos en la segunda región. La relación que sigue es la recopilación de las entrevistas que ha sostenido el autor con instituciones regionales.

⁶. Citado por el presidente de la Asociación de Industriales de Antofagasta (Iván Simunovic Petricio) en una conferencia, *El Mercurio* de Antofagasta, 10 de junio de 2000.

⁷. La matriz insumo-producto fue creada en 1997 especialmente para la segunda región por los investigadores de la Universidad Católica del Norte –Departamento de Economía y Administración– y en el Instituto de Economía Aplicada regional (Idear), Antofagasta, Chile. Se desarrolló un programa computacional (EVI) que permite evaluar el impacto sectorial de las inversiones en proyectos o del gasto del gobierno en empleo y producción que demanda cada sector de la economía regional.

⁸. Programa EVI (1998).

En septiembre de 1992, se estableció la Corporación para el Desarrollo Productivo de la segunda región (CDP) como resultado de iniciativas privadas de 10 grandes empresas con sede en la región en colaboración con las dos principales universidades regionales. Esta cooperación dio origen a una institución privada destinada a prestar servicios de apoyo que permitan el crecimiento productivo y

tecnológico de la pequeña y mediana empresa en Antofagasta. Un informe publicado por la CDP sugiere tres razones que explican la ausencia previa de inversión en negocios locales⁹.

- Las políticas de los gobiernos nacionales favorecían desde 1974 la prestación de asistencia a las grandes empresas que ya tenían altos niveles de ventajas competitivas (tales como las grandes empresas mineras).
- Ha habido una ausencia continua de demanda interna, sobre todo porque había muy pocas políticas para atraer y retener a los trabajadores en Antofagasta.
- La inversión en los proveedores se ha concentrado en el desarrollo de grandes proveedores, en su mayoría situados en Santiago, que han establecido mejores redes con los fabricantes extranjeros que los proveedores pequeños y medianos de la segunda región.

Las principales universidades de la segunda región participaron también entonces en la investigación de las relaciones comprador-proveedor, de manera que en 1994 se publicaron informes cuyas conclusiones señalaban la necesidad de contar con políticas públicas claras que apoyaran los esfuerzos institucionales para desarrollar estos eslabonamientos hacia atrás¹⁰. De hecho, el gobierno regional intentó crear un amplio conjunto de metas conforme al lema “Hacia la región que queremos. La estrategia de desarrollo para la segunda región”¹¹. Entre las propuestas preliminares hubo una para desarrollar los recursos humanos y la tecnología. Aquí se aludió someramente al deseo de fortalecer los eslabonamientos productivos entre las empresas mineras, los proveedores y las universidades. Los críticos han sostenido que esta era una declaración pública de “intenciones” del gobierno regional similar a una declaración diagnóstica que, sin embargo, no identificaba las razones de la vulnerabilidad industrial ni sugería un conjunto concreto de iniciativas de política gubernamental¹². Tal vez, en armonía con la política nacional, el gobierno regional se oponía a la intervención en la economía y, en particular, a las intervenciones sectoriales que pudieran distorsionar el mercado¹³.

⁹. CDP (1999).

¹⁰. F. Vial y otros (1994); M. Bustos y V. Franco (1994).

¹¹. Gobierno regional - Antofagasta “Hacia la región que queremos” (1994).

¹². Sence e Idear (1999) págs. 44-45.

¹³. J. Levitsky (1996) pág. 28.

Al parecer, la vía preferida para desarrollar eslabonamientos productivos regionales era la intervención indirecta ya establecida en la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo). La Corfo se concentra en poner a disposición de las empresas que desean modernizarse créditos y cofinanciamiento a largo plazo. En 1995, la Corfo junto con la Unión Europea, otorgó financiamiento parcial para respaldar una iniciativa de la CDP de promover una mayor integración de los proveedores pequeños y medianos en la cadena abastecedora de grandes empresas en la segunda región. En 1995, se estableció *el programa para formar proveedores para el crecimiento industrial de la segunda región*. Éste otorgaba un subsidio financiero a las grandes empresas de la segunda región dispuestas a participar en la formación de proveedores, lo que requería que las propias empresas asumieran la responsabilidad de la capacitación e integración de los proveedores locales¹⁴.

El programa para la formación de proveedores tuvo cierto éxito con un grupo selecto de proveedores locales en el ensayo piloto inicial; después de un año, éstos abastecían de bienes y servicios a sus grandes clientes principales por un monto superior al millón de dólares. Sin embargo, se estimó que los proveedores locales necesitaban una estructura de apoyo más formal que les permitiera abastecer a más de un cliente y evitar las tareas onerosas y engorrosas vinculadas con satisfacer los sistemas de evaluación de diferentes empresas mineras.

La iniciativa para involucrar directamente a la política pública en los eslabonamientos productivos regionales fue asumida por la Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA) que contribuyó a

organizar en marzo de 1997, el Primer Foro para el Desarrollo Productivo de la Segunda Región. Esta reunión de alto nivel congregó al ministro de Economía, el representante regional del gobierno nacional (el “intendente”), los directores de la AIA y el director de la Asociación Gremial de la Pequeña y Mediana Empresa de Antofagasta (Agpia). El foro abordó explícitamente la necesidad de desarrollar la base productiva de la región comenzando por el delineamiento de cuatro áreas temáticas: desarrollo productivo de sectores con crecimiento potencial; integración comercial con países vecinos; desarrollo de la infraestructura regional y fortalecimiento de las relaciones laborales. Dentro del área de las relaciones laborales el comité acordó centrarse en la pequeña y mediana empresa con miras a promover los esfuerzos en materia de capacitación, comunicación consistente y desarrollo de eslabonamientos productivos entre compradores y proveedores¹⁵.

Con el fin de cimentar su compromiso con los eslabonamientos comprador-proveedor y aprovechar la energía positiva generada por el programa para proveedores de la CDP, la AIA y el Servicio de Cooperación Técnica (Sercotec), de cobertura na-

¹⁴. CDP (1996).

¹⁵. Ministerio de Economía (1998).

cional, se unieron en 1997 para construir un programa destinado a suplir las necesidades de calificación de la pequeña y mediana empresa que abastece a la industria minera. En su calidad de filial de la Corfo¹⁶, el Sercotec está en condiciones de ofrecer una combinación de programas crediticios (tanto en forma directa como en cooperación con los bancos), asesoramiento técnico, intercambio en materia de subcontratación, capacitación en gestión así como asistencia en materia de comercialización y exportación. Utilizando los recursos financieros y de gestión del Sercotec, la AIA proporcionó la estructura organizacional que incluyó un conjunto calendarizado de programas y cursos de formación especializada para proveedores de la industria minera. Uno de los programas más importantes que surgió de esta alianza es el destinado a evaluar y calificar a los proveedores de la industria minera¹⁷. La idea es incrementar la competitividad de los proveedores regionales de manera que puedan mantener y fortalecer el eslabonamiento productivo con la empresa minera. Últimamente, se ha completado un programa piloto con 15 proveedores que se graduaron con la aprobación de la AIA. La calificación significa que los proveedores han aprobado el curso especializado *ad-hoc* sobre calidad, gestión de costos y/o ambiental. Además, la iniciativa conjunta brinda la oportunidad para que proveedores y compradores interactúen informalmente mediante talleres, boletines y seminarios.

A fines de 1997, aunque no había una estrategia oficial del gobierno para abordar estos problemas, había eso sí una notoria actividad por parte de las autoridades e instituciones encargadas del desarrollo regional orientada a mejorar los eslabonamientos comprador-proveedor vinculados con la industria minera de Antofagasta. El gobierno seguía favoreciendo el desarrollo productivo de la pequeña y mediana empresa y por tanto se enfatizaban las estrategias generales de capacitación o formación de capacidades para los trabajadores. El Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (Sence) es el organismo que implementa la política destinada a llegar a los trabajadores marginales. En 1997, el Congreso Nacional de Chile aprobó un nuevo estatuto de capacitación en el empleo (ley 19.518) cuyo objetivo es otorgar una exención tributaria en diversos tramos a las empresas que invierten en la capacitación de sus trabajadores. La exención tributaria es mayor mientras menor sea la remuneración de los trabajadores, de manera que los que ganan menos de 25 unidades tributarias mensuales (1.230 dólares) representan para la empresa el 100% de exención¹⁸.

¹⁶. Aunque actualmente en Chile la posición general del gobierno es contraria a las intervenciones sectoriales que pudieran distorsionar el mercado, una de las excepciones es el apoyo a la pequeña y mediana empresa. Sercotec tiene dos tipos de actividades en esta esfera: extensión a determinadas empresas y apoyo a las asociaciones empresariales. Esto comprende capacitación de los empresarios, asesorías limitadas, facilitación de acceso al crédito, fomento de las exportaciones, incluida la participación en ferias comerciales, e información sobre estándares y reglamentos. Últimamente, ha habido un cambio en la estructura de apoyo a la

PYME en que la Corfo se encarga directamente de implementar el programa de modernización para la pequeña y mediana empresa.

¹⁷. El programa para evaluar y calificar a los proveedores de la industria minera en la segunda región.

¹⁸. Ministerio de Economía- Sence (1999).

No resulta muy claro por qué cuando en 1998 surgió el tema del *cluster*, éste recibió más atención del sector público que el problema del eslabonamiento productivo. El entusiasmo del gobierno regional por el concepto de *cluster* pareció emanar de las posibilidades de que Chile se integrara con otras economías suramericanas. El afianzamiento de los eslabonamientos entre los proveedores locales podría llevar a una consolidación para formar empresas especializadas más grandes que tendrían entonces mayores posibilidades de abastecer a los sectores mineros en países vecinos como Bolivia y Argentina¹⁹. Según el entonces director ejecutivo de la AIA, la ratificación de la necesidad de contar con eslabonamientos productivos por parte del gobierno regional generó una serie de actividades para tratar de unir las empresas mineras, los proveedores y las instituciones de desarrollo regional²⁰. Por ejemplo, en noviembre de 1999, se realizó en Antofagasta una feria comercial especializada para el sector minero (Exponor), la que brindó la oportunidad para que el proveedor local interactuara e intercambiara datos técnicos con representantes de las empresas mineras de todo el mundo²¹. Además de Exponor, las instituciones regionales siguieron organizando foros mineros donde se debatieron los beneficios del *cluster* minero tanto desde una perspectiva de desarrollo regional como nacional²².

El beneficio para Antofagasta del enfoque de *clusters* es que parece haber infundido nueva vida al tema de los eslabonamientos productivos al dar una nueva significación al desarrollo espacial por los efectos económicos externos de la interacción de las empresas afines con vecindad geográfica²³. Apenas terminado el foro minero más reciente (3 de agosto de 2000), titulado “El *cluster* minero: una estrategia de desarrollo y crecimiento para la segunda región y el país”, el autor sostuvo entrevistas con muchos de los asistentes, entre otros, con las autoridades regionales, encargados del desarrollo industrial, consultores y académicos. Muchos concordaron en que se habían establecido las bases fundamentales de la información e interés en el concepto de *cluster*, pero que todavía faltaba una enfoque estratégico definido que se centrara en “como obtener beneficios del *cluster*”.

c) Las aglomeraciones mineras en Antofagasta

La dependencia económica y social del sector minero en Antofagasta es elevada. Esta dependencia es evidente no sólo en la contribución que hace el sector minero al

¹⁹. El representante regional del gobierno nacional formuló una declaración pública de las “cuatro vías industriales propuestas”, véase *El Mercurio* de Antofagasta de 9 de abril de 2000.

²⁰. Entrevista con Fernando Cortés ex director ejecutivo de la AIA (1998).

²¹. Revista *Norte Minero* “Exponor-es una feria *in situ*”, 8 de noviembre de 1999.

²². El foro minero más reciente, celebrado en Antofagasta el 3 de agosto de 2000, se tituló “*Cluster* minero: una estrategia para el desarrollo y crecimiento de la II región y el país”.

²³. Véase “Promueven *Cluster*”, *El Mercurio*, Antofagasta, 21 de junio de 2000.

producto regional bruto sino también por el hecho de que la industria minera tiene los segundos niveles más altos de efectos multiplicadores indirectos e inducidos sobre el empleo y el ingreso en la región.

La aglomeración productiva en torno a la minería en Antofagasta exhibe ventajas de cercanía por motivos estáticos principalmente. Los eslabonamientos productivos vinculados con el sector minero son principalmente hacia atrás. El Cuadro IV-1 muestra que del dólar minero en la segunda región 19 centavos son usados para adquisiciones intermedias, lo que representa en valores totales aproximadamente 784 millones de dólares. De esto, aproximadamente 1% se gasta en compras a la industria local.

Cuadro IV-1
ADQUISICIONES INTERMEDIAS DEL DÓLAR MINERO
 (DE DATOS CALCULADOS A PARTIR DE LAS EXPORTACIONES MINERAS DE 1995)

El dólar minero paga		Las adquisiciones intermedias son:	
Ganancias	47%	Servicios a empresas	40%
Impuestos indirectos	3%	Comercio, hoteles y restaurantes	29%
Importaciones	18%	Electricidad, gas y agua	29%
Salarios	10%	Transporte y comunicaciones	2%
Adquisiciones Intermedias	19%	Industria	1%
Depreciación	3%		

Fuente: programa EVI (1998)

Bergman y Feser (1999) sostienen que dependiendo de cuál es el cliente que encarga el análisis del *cluster*, se advierte un sesgo hacia lo que se examina precisamente, cómo deben organizarse y realizarse los estudios y la gama de usos posibles a que pueden aplicarse los resultados. En Antofagasta, se podrían identificar dos tipos de aglomeraciones mineras según la orientación de las políticas. Si lo que se privilegia es asegurar el nivel competitivo del sector minero a escala mundial, entonces las iniciativas de política se concentrarían en los grandes proveedores (los sectores de gas, agua, electricidad, transporte y comunicaciones) y las estrategias de eslabonamientos hacia atrás tratarían de asegurar que estas relaciones con los proveedores agregaran valor a las empresas mineras. No obstante, lo que interesa al desarrollo industrial regional es que la pequeña y mediana empresa (en los sectores de servicios, comercio, restaurantes, hoteles e industria) como grupo agreguen valor social y económico en el largo plazo a la región. Como se indica en el cuadro IV-2, la pequeña y mediana empresa representa el 99% de todas las empresas en la segunda región y absorbe un 97% de la fuerza de trabajo regional.

Cuadro IV-2
TAMAÑO DE LAS EMPRESAS Y ABSORCIÓN DE LA FUERZA DE TRABAJO

Tipo de empresa	Número de trabajadores	Porcentaje del total de empresas	Absorción de la fuerza de trabajo
Grande	Más de 200	1%	3%
PYME	Entre 10 y 200	17%	51%
Micro	Menos de 10	82%	46%

Fuente: Seremi de Economía, Región de Antofagasta, 1999.

El hecho de privilegiar al pequeño y mediano proveedor en la aglomeración tiene importancia ya que su desarrollo puede considerarse como una manera de dispersar el desarrollo económico y elevar el nivel de vida en la región. Estos proveedores locales pueden abastecer los mercados regionales, promover más eslabonamientos con otros sectores y ampliar y profundizar así la base industrial regional²⁴. Por consiguiente, la pequeña y mediana empresa no sólo genera más empleo en la región, sino que brinda también una mayor oportunidad de aprovechar mejor los conocimientos y materiales locales disponibles para capacitar la fuerza de trabajo²⁵.

Por otra parte, si se adopta una visión de mercado de la competitividad en la industria siguiendo el modelo de Porter, saltaría a la vista que de hecho sí existe en Antofagasta una aglomeración viable, funcionante entre las grandes empresas mineras y sus grandes proveedores especializados. En un entorno cada vez más competitivo y globalizado, las empresas mineras están buscando proveedores que les ayuden a encontrar las maneras de mejorar su ventaja competitiva reduciendo los costos y mejorando la calidad y la entrega oportuna²⁴. Hay que centrarse en hallar impactos positivos de corto plazo de parte de los proveedores ya que el entorno comercial de la empresa minera requiere respuestas rápidas y flexibles a las fluctuaciones de los precios del metal, las crisis económicas, los cambios tecnológicos y los descubrimientos de nuevos minerales. Como sugiere Porter (1990), las concatenaciones y cadenas de valores de proveedores e institutos especializados pueden contribuir a esta búsqueda y resultar en innovaciones y valor agregado a bajo costo.

El entorno externo que rodea las operaciones mineras es uno de constante preocupación, sobre todo respecto a los ciclos del metal. Por ejemplo, en 1998 el precio promedio del cobre en la Bolsa de Metales de Londres fue de 75 centavos de dólar la libra, cifra 27% menor que en 1997 cuando registró 103.2 centavos de dólar la libra.

²⁴. S. Meyanathan (1994), pág. 6.

²⁵. J. Levitsky (1996), pág. 1.

²⁶. Van Dijk, M. y Rabellotti, R. (1997) págs. 2-10.

Además, los yacimientos de buena ley son sólo uno de los diversos factores que determinan los costos. Las empresas mineras de todo el mundo están librando una lucha altamente competitiva y continua para hallar nuevas tecnologías y otros medios de incrementar la productividad y reducir los costos. La innovación ha sido, y es de hecho, una característica notable de la minería del cobre, en particular desde los años setenta cuando la introducción del método de extracción de solvente/electroextracción (SX/EW) significó un ahorro considerable de costos en la producción de cobre, por ejemplo, El Abra, Escondida²⁷. Según un análisis reciente, el diferencial marginal entre los productores del primer y cuarto cuartil se ha reducido a la mitad desde 1980 y se proyecta que la tendencia a la reducción de costos, que ha progresado al 2% o más anual desde 1975, continuará durante los próximos diez años²⁸.

Así, las empresas mineras han tenido un éxito relativo en responder efectivamente a las relaciones competitivas cambiantes y a los estándares cada vez más elevados establecidos en el mercado por los consumidores. La innovación se ha centrado casi siempre en las innovaciones metalúrgicas, pero ha habido tentativas de algunas empresas mineras de adoptar prácticas y técnicas de gestión vinculadas habitualmente con otras industrias (como las de vehículos automotores y electrónica) y adaptarlas al sector minero. La producción justo a tiempo, la gestión de la calidad total y la gestión del costo total son sólo algunas de las muchas prácticas de gestión para reducir costos utilizadas en la gestión de la cadena de adquisiciones y abastecimiento²⁹.

El cuadro IV-3 da un ejemplo concreto de una empresa minera de la segunda región que en un año obtuvo un ahorro total de costos equivalente a 7.23 millones de dólares dentro de un presupuesto operacional de costos de unos 82 millones de dólares. Trabajando en estrecha colaboración con un gran proveedor especializado de equipo de perforación, por ejemplo, la empresa minera había llegado a suscribir un acuerdo mutuo que representó un ahorro de 173.000 dólares. Otras alianzas estratégicas con proveedores incluyeron los acuerdos de consignación e importaciones que representaron un ahorro de hasta 700.000 dólares. Una observación interesante del estudio de caso revela que la mayoría de estos acuerdos se diseñaron para un marco cronológico de mediano plazo (tres a cinco años), que es el marco de preferencia para empresas mineras que operan en un entorno comercial dinámico.

Por consiguiente, se identifican dos perspectivas o dos aglomeraciones que surgen de las diferencias entre los grandes proveedores especializados y los proveedores pequeños y medianos en la segunda región. Este artículo analizará la perspectiva

[27](#). N. Elliot (1998).

[28](#). BHP/L.E.K. Análisis conjunto (1999) y P. Kettle (1999).

[29](#). De entrevistas con consultores, Price Waterhouse Coopers, McKinsey y Booz, Allen Hamilton. Sólo recientemente (en los últimos cinco años) la industria minera suramericana ha comenzado a solicitar asesoramiento sobre gestión estratégica en materia de adquisiciones y materiales.

Cuadro IV-3

OPORTUNIDADES DE AHORRO ANUAL QUE OFRECE UNA CADENA DE ABASTECIMIENTO.

ESTUDIO DE CASO DE UNA EMPRESA MINERA

Área	Estrategia	Plazo de implementación	Ahorro anual (en miles de dólares)
Contratos	Suscribir contratos a mayor plazo para la adquisición de ciertos ítem	mediano	\$4.428
Importaciones	Aprovechar el ahorro tributario emanado de las importaciones directas	corto	\$429
	Importación directa de partes		\$1.180
Equipo de perforación	Suscribir contratos en dólares por metro	corto	\$173
Material de oficina/ muebles	Consolidar y fortalecer las adquisiciones directas	corto	\$204
Procesos	Autorizar la consignación para algunos proveedores concretos	mediano	\$173
	Automatizar el proceso de solicitud de adquisiciones	corto plazo	\$645
Organización	Integrar a los contratistas, influir en las negociaciones y capacitar a los compradores	mediano	requisito previo
Total			\$7.232

Fuente: Análisis del estudio de caso por el autor.

del proveedor pequeño y mediano debido sobre todo a su estrecha relación con el desarrollo productivo regional.

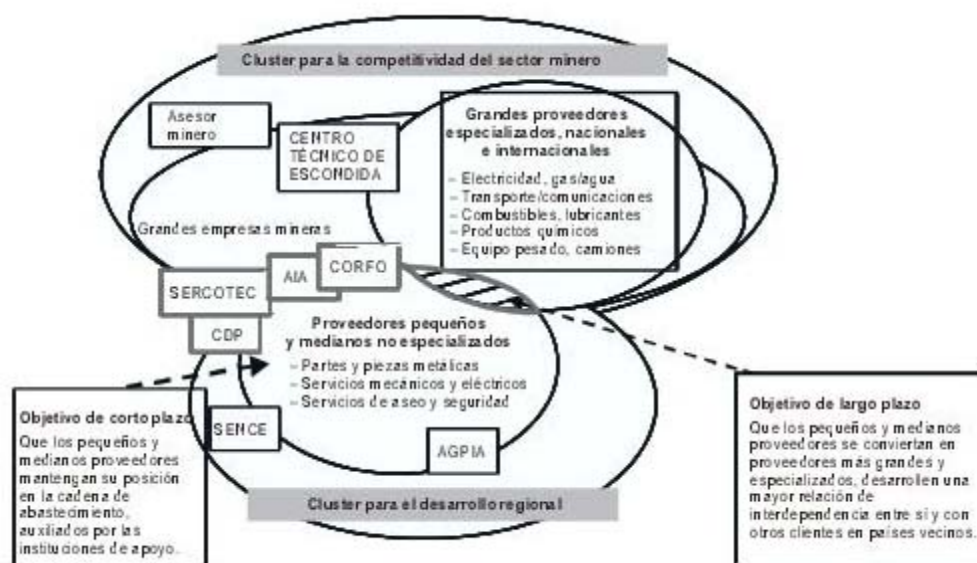
El gráfico IV-1 ilustra la situación en Antofagasta. Aquí se observan dos aglomeraciones: uno que se centra en la “competitividad del sector minero” y el otro que aborda el “desarrollo regional”. No están totalmente aislados entre sí pues comparten un cierto número de instituciones de apoyo, de proveedores y de grandes empresas mineras. En esencia, el desafío que se plantea a esta aglomeración regional de desarrollo es el de alcanzar lo que M. Enright (1998)^{[30](#)} denomina “interdependencia”. Para la segunda región, la interdependencia significa alcanzar un estado en que los proveedores pequeños y medianos tengan influencia y poder de negociación para negociar en un mayor pie de igualdad con las empresas mineras. Para ello, tienen que

[30](#). Véase Michael J. Enright (1999) y Enright (1998), (1996).

volverse estratégicos y competitivos y la empresa minera tiene que considerar que sus productos y servicios son capaces de contribuir a reducir los costos, mejorar la calidad o innovar su ventaja competitiva. En el largo plazo, los pequeños y medianos proveedores crecen, se especializan y tienen relaciones de interdependencia con los clientes actuales y futuros tanto en Chile como en el exterior. Ingresan a la zona rayada del gráfico donde la aglomeración regional de desarrollo se une con la aglomeración de competitividad del sector minero. Se podría decir que la eficiencia colectiva implicaría el cumplimiento de estos ideales de desarrollo y comercio. La frase “eficiencia colectiva” está basada en la idea de que la creación de *clusters* lleva a una mayor eficiencia y flexibilidad que las empresas que operan aisladas no pueden alcanzar. Como observa Levitsky (1996), una eficiencia colectiva de esa índole puede surgir espontáneamente debido a las presiones del mercado que obligan a la cooperación en aras de la innovación o mediante el inicio de acciones colectivas para facilitar la expansión en los mercados internacionales³¹.

Gráfico IV-1

LAS AGLOMERACIONES MINERAS EN ANTOFAGASTA



³¹ J. Levitsky (1996) pág. 11.

Sin embargo, es el objetivo de corto plazo el más apremiante en Antofagasta. Los pequeños y medianos proveedores son desplazados constantemente. Hasta ahora, cabe sostener que la proximidad geográfica de las empresas (empresas mineras y pequeños y medianos proveedores) no ha conducido necesariamente a relaciones laborales y sociales más estrechas y a una mayor confianza mutua. De hecho, debido a las necesidades de corto plazo en materia de costos de la industria minera, la pequeña y mediana empresa en general ha experimentado en realidad un mayor aislamiento de las empresas mineras. Por tanto, para encarar esta situación, es crucial averiguar qué significaría la eficiencia colectiva para esta aglomeración. La segunda parte introduce un marco conceptual para llegar a un consenso mutuo entre las empresas mineras y los pequeños y medianos proveedores de manera que éstos estén en condiciones de mantener su posición en la cadena de abastecimiento.

2. INTEGRACIÓN DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA (PYME) PROVEEDORA EN EL CORTO PLAZO

a) Hacia una conceptualización de la integración de la PYME

El relato siguiente está basado en la labor en el terreno realizada entre julio de 1999 y agosto de 2000 en Antofagasta. Los estudios de caso comprenden a cinco de las principales empresas mineras de la segunda región, que contribuyen como grupo en promedio al 80% de las exportaciones regionales (Chuquicamata, Radomiro Tomic, Minera Escondida, El Abra y Zaldívar). Mediante entrevistas exhaustivas y cuestionarios detallados, se recopilaban datos sobre las prácticas actuales y los cambios previstos (1997-2000) en sus estrategias de adquisición, en particular los relacionados con los pequeños y medianos proveedores. En seguida, se escogió una muestra de 137 proveedores regionales de las empresas mineras a fin de encuestarlos para determinar su perspectiva sobre los cambios de estrategia de adquisiciones por parte de su comprador, en particular en lo relativo a la integración del proveedor. También se efectuaron entrevistas de seguimiento con un grupo de estos proveedores así como con proveedores involucrados en grupos de proyectos de fomento (Profo)³².

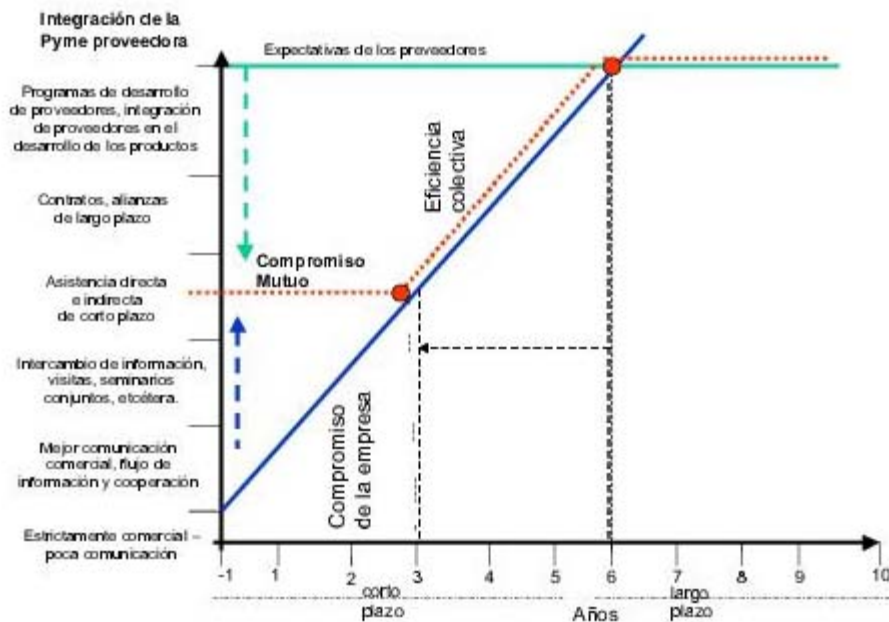
La realidad actual en Antofagasta puede ilustrarse conceptualmente. El gráfico IV-2 señala que para las empresas mineras, la integración de los proveedores con la pequeña y mediana empresa es un proceso incremental que parte con una mejor comunicación en el contrato comercial y madura cuando la empresa minera está preparada para establecer contratos de largo plazo y programas de desarrollo de pro-

³². Profo es un instrumento de fomento a un grupo de empresas o que persiguen un proyecto en común. En

Antofagasta, un grupo de proveedores de la minería usan el instrumento, administrado por la CDP. veedores. En un perfil temporal, la llegada a la etapa madura puede tardar entre seis a diez años, suponiendo que la empresa minera desea continuar con la relación contractual. Para los pequeños y medianos proveedores, la expectativa respecto a los contratos de largo plazo y su integración en los programas de desarrollo de proveedores es elevada desde un comienzo. Tomando en cuenta los diferentes contextos comerciales tanto de la empresa minera como del proveedor, todo beneficio que se persiga en el corto plazo (o sea, tres años) requeriría que ambas partes modificaran su actitud y expectativas recíprocas. El gráfico muestra un escenario en que la empresa minera aumenta su compromiso a un nivel en que está cooperando en *intercambios informales* y ofrece cierto tipo de *asistencia de corto plazo* a la PYME proveedora. Una manera en que esto podría materializarse, es tomando conciencia de que los pequeños y medianos proveedores no sólo pueden aportar valor agregado a la reducción de costos sino también a la entrega oportuna. No obstante, para que esto se entienda efectivamente, la empresa minera tendría que destinar tiempo y esfuerzo a realizar un análisis riguroso de su base de abastecimiento y utilizar los instrumentos para evaluar proveedores no sólo con los proveedores grandes, sino también con los pequeños y medianos.

Gráfico IV-2

INTEGRACIÓN DE PROVEEDORES: ESTRATEGIAS Y EXPECTATIVAS



Fuente: el autor.

Puede sostenerse que los elementos que inciden en una evaluación más cabal del proveedor no sólo están relacionados con los tipos de evaluaciones que se emplean (por ejemplo, calidad, entrega, precio, etc.) sino también con el nivel de capacidad del proveedor y la calidad de su participación en el proceso evaluador. Con respecto al nivel de capacidad del proveedor, un estudio empírico realizado por Watts y Hahn (1993) muestra la importancia de ciertos tipos de capacidades del proveedor. De las 81 empresas encuestadas, tres categorías se ubicaron siempre en el mismo orden de importancia. En cada caso, las capacidades afines al producto recibieron los puntajes medios más elevados, mientras que las capacidades afines a los sistemas operativos recibieron las calificaciones más bajas. Watts y Hahn concluyen que este enfoque demostró la visión de corto plazo de los compradores, que están interesados sobre todo en el mejoramiento del producto para reducir el costo de entrega en vez de examinar las capacidades afines al proceso y los sistemas que facilitarían mejoras y reducciones de costo futuras³³. En este caso, las empresas mineras tendrían que *mejorar la comunicación comercial y los intercambios informales* con los proveedores para cerciorarse de que estos últimos se percaten de los cambios en los métodos de evaluación y explorar la opinión de los proveedores sobre sus niveles de capacidad actuales y futuros.

Respecto a los desafíos que plantea completar la evaluación cabal de los proveedores, Krause y Handfield (1999) señalan que las deficiencias más comunes radican en la base de abastecimiento, sobre todo en las áreas de costo, calidad, entrega y capacidades tecnológicas. Otros problemas comunes del proveedor comprenden la falta de conocimientos de gestión, mala salud financiera e imposibilidad de ampliar su capacidad. Aquí, las empresas mineras podrían intensificar su compromiso a un nivel en que ayuden a los pequeños y medianos proveedores con asistencia financiera directa e indirecta de corto plazo.

A su vez, los pequeños y medianos proveedores tendrían que reducir sus expectativas y/o incrementar su nivel de cooperación para coincidir con el nuevo nivel de compromiso de la empresa minera. Este proceso de acomodación o de compromiso mutuo es sólo un ejemplo de cooperación, participación y confianza, que puede permitir que una aglomeración espacial asuma características dinámicas en armonía con el proceso de eficiencia colectiva. Sin embargo, es importante entender primero las diferentes perspectivas de la empresa minera y de la PYME proveedora a fin de apreciar la significación de las medidas que serán necesarias para alcanzar el compromiso mutuo.

b) La base de poder de la empresa minera

La forma en que la empresa minera trata de conseguir este ahorro con los pequeños y medianos proveedores es mediante la negociación o *el poder basado en la interacción*,

³³. C. Watts y C. Hahn (1993) pág. 15.

una frase acuñada por Lane y Bachkmann (1997). Desde el punto de vista de la empresa minera, el uso del “poder basado en la interacción” puede ser una opción alternativa atrayente frente a la “confianza basada en la interacción”, si dispone de los recursos de poder y puede presentarlos de una manera convincente³⁴. El poder cumple su función social de coordinar las expectativas y la interacción social habitualmente sin conflicto, y esto se realiza sobre la base de recursos que el dueño del poder puede amenazar con poner en práctica³⁵. En la arena de las relaciones interempresas en Antofagasta, el reducido número de grandes clientes mineros (unos 11) poseen concentración de capital y poder de mercado.

La integración del proveedor es esencialmente un acto de coordinación selectivo que exige que los departamentos de adquisiciones y contratos se concatenan con ciertos proveedores y clientes internos para poder cumplir con los objetivos de corto y mediano plazo. Durante las entrevistas se observó que no todos los proveedores presentan tales opciones viables para la concatenación, por lo que se utilizó un *instrumento de posicionamiento de adquisiciones*³⁶ (véase el gráfico IV-2) para determinar estratégicamente la medida en que el producto del proveedor contribuía a la competencia esencial y la ventaja competitiva de la empresa minera. Este instrumento se utiliza en la mayoría de las industrias. El eje vertical denominado “impacto comercial” denota el grado de dificultad vinculado con tercerizar un producto/servicio o la vulnerabilidad de la organización cliente frente a la falla de parte del proveedor de suministrar oportunamente el producto/servicio. El eje horizontal denominado “influencia del comprador” se utiliza para indicar con que proveedores puede ejercerse la influencia competitiva; cuando hay un mercado caracterizado por la presencia de muchos proveedores alternativos con niveles de capacidad similares. Este potencial de utilidades puede realizarse reduciendo los costos, ya sea pagando un precio menor por un bien o servicio, o introduciendo métodos de compra más eficientes. Por consiguiente, los proveedores están segmentados de manera tal de realizar los beneficios tanto de los modelos “de plena competencia” como de los de “alianza estratégica” o “en sociedad”.

³⁴. Lane y Bachmann (1997).

³⁵. N. Luhmann (1979).

³⁶. Un instrumento que ayuda en la determinación de aquellos proveedores con los que más convendría establecer relaciones estrechas es el instrumento de posicionamiento de adquisiciones basado en los trabajos de Kraljic (1983). Dyer y otros (1998) sugieren que cada proveedor debería analizarse estratégicamente para determinar la medida en que el producto del proveedor contribuye a la competencia esencial y la ventaja competitiva de la empresa compradora. En consecuencia, los proveedores deberían *segmentarse* de manera de realizar los beneficios tanto de los modelos de “plena competencia” como de los de “alianza estratégica” y “en sociedad”. No existe un único enfoque óptimo para abordar las relaciones con los proveedores. Un enfoque transaccional podría considerarse apropiado para las compras rutinarias, mientras que el enfoque estratégico sería de beneficio obvio para una relación mutua en el sector crítico. En el gráfico sobre el posicionamiento de las adquisiciones, el eje vertical denominado “riesgo” indica el grado o dificultad vinculado con tercerizar de un producto o servicio o la

Gráfico IV-3
INSTRUMENTO DE POSICIONAMIENTO DE ADQUISICIONES



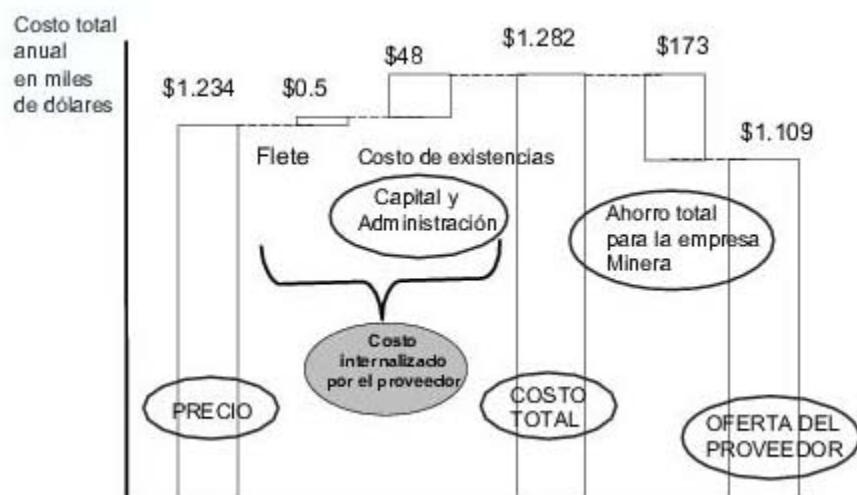
Fuente: Metodología adaptada de Kraljic. Estudios de caso en Chuquicamata, Radomiro Tomic, Minera Escondida, El Abra y Zaldívar.

Los grandes proveedores suelen ser altamente especializados y suministran bienes o servicios que repercuten considerablemente en la capacidad de explotar y procesar el mineral. Aparte de la necesidad del insumo, los proveedores estratégicos o limitantes repercuten en la empresa minera en términos del costo y el volumen del insumo. Los ejemplos de grandes proveedores en Antofagasta con los cuales las empresas mineras establecen estrecho contacto son los que suministran ácido y reactivos, combustible, electricidad, grandes camiones, neumáticos para palas mecánicas y explosivos. Estos grandes proveedores (a menudo multinacionales o nacionales) tienen mayores probabilidades que los pequeños y medianos proveedores regionales de participar en “el programa de desarrollo de proveedores de la empresa minera”. Por otra parte, los pequeños y medianos proveedores tienen un impacto menor sobre el proceso extractivo y metalúrgico, pues en su mayoría son proveedo-

vulnerabilidad de la organización cliente a la falla del proveedor en suministrar oportunamente el producto o servicio, o a la falla “en el servicio” de un suministro. El eje horizontal denominado “potencial de utilidades” se emplea para indicar la medida en que el potencial del suministro contribuye a la rentabilidad (o eficiencia) de la entidad compradora. Este potencial de utilidades podría realizarse reduciendo los costos, ya sea pagando un menor precio por un bien o servicio o introduciendo métodos de compra más eficientes.

res no especializados de partes y piezas metálicas, plásticas y de caucho mientras que el grueso presta servicios mecánicos, eléctricos, de aseo y seguridad. Con estos proveedores, la empresa minera está en una posición negociadora ventajosa debido al gran mercado abastecedor existente en Antofagasta y puede influir en el precio de bienes y servicios. El objetivo es *externalizar* tantos costos como sea posible en el proveedor para llegar a un menor costo total general para la empresa minera. (Gráfico IV-4). Por tanto, la empresa minera utiliza el precio y/o el costo total (los elementos más poderosos de la contratación en plena competencia) cuando evalúa y selecciona a los pequeños y medianos proveedores y el poder de interacción de la empresa minera permite en gran medida la dictación de las condiciones de costo a favor de la empresa.

Gráfico IV-4
EJEMPLO DE UNA EMPRESA MINERA QUE EXTERNALIZA
LOS COSTOS AL PROVEEDOR



Fuente: Análisis del estudio de caso por el autor.

c) Vulnerabilidad de la PYME proveedora

Antofagasta tiene un total de 9.173 empresas. De este total, la mayor parte está en el comercio (5.250), servicios a las empresas (1.061), salud, educación y otros servicios personales (805), construcción (386), manufacturas (272) y comunicación y transporte (180)³⁷. La muestra de proveedores para este estudio se compone de 135 empresas, principalmente de los sectores de servicios a las empresas, comercial y manufacturero. Los proveedores micro, pequeños y medianos constituyen el 55% de la muestra. Esto significa que sus ventas son inferiores a 1.5 millones de dólares o cuentan con menos 200 trabajadores y estructuras de capital muy exiguas. Todos los proveedores tienen su sede o planta principal en la segunda región. Dado que la muestra se recopiló de las bases de datos emanadas de los cinco estudios de caso de las empresas mineras así como de las instituciones regionales de desarrollo, todos los proveedores tienen como su cliente principal a al menos una de las grandes empresas mineras.

Las conclusiones principales de la encuesta y las entrevistas realizadas por el autor indican que los pequeños y medianos proveedores: i) dependen sobremanera de sus clientes mineros, ii) se ven muy afectados por ciertas estrategias de adquisición de los clientes mineros, iii) estiman que hay poco espacio para negociar contratos o para la integración, y iv) necesitan contar con asistencia de corto y largo plazo para mantener y desarrollar la relación contractual.

Dependencia

La variación del nivel de dependencia del proveedor de unas pocas empresas mineras, según el tamaño del proveedor, puede apreciarse fácilmente en la muestra. Los grandes proveedores (es decir, los con ventas moderadamente elevadas a elevadas) tienden a ser altamente especializados, pero con una gama diversa de clientes mineros mientras que los pequeños y medianos proveedores (ventas muy bajas a medianas) tienden a tener una gama diversa de productos pero escasa diversificación de sus clientes mineros (véase el gráfico IV-5). Por tanto, los proveedores pequeños y medianos dependen sobremanera de unos pocos clientes mineros, y aunque estos proveedores están situados dentro de una aglomeración geográfica, esta proximidad espacial no ha estimulado la especialización vertical y la división del trabajo entre las empresas. Tal vez, como sostiene North (1990), la no especialización es una forma de seguro cuando los costos y las incertidumbres de las transacciones son altos. Mientras mayor es la especialización y el número y variabilidad de atributos valiosos, mayor es la exigencia de que existan instituciones confiables que permitan que los individuos entablen negociaciones

contractuales complejas con un mínimo de certidumbre sobre si las condiciones del contrato puede materializarse³⁸. Como lo explica Visser (1997), el marco macroeconómico, como los reglamentos y la infraes-

³⁷. Información de una encuesta trimestral sobre empleo y desempleo en la segunda región, realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

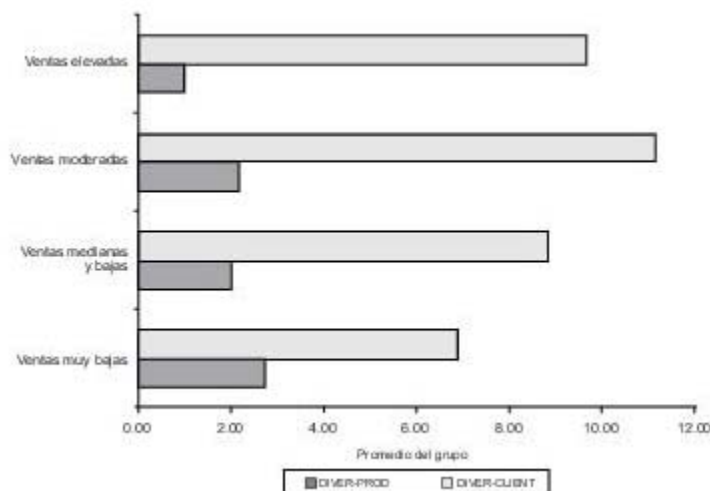
³⁸. D. North (1990) pág. 34.

tructura, desempeña un papel vital en ofrecer incentivos a la especialización³⁹. Durante las entrevistas, las PYME proveedoras estimaron que las empresas mineras debían ser las instituciones que les proporcionarían un cierto nivel de seguridad mediante contratos garantizados, a más largo plazo a fin de tener los recursos y la confianza para especializarse.

Confianza y vulnerabilidad

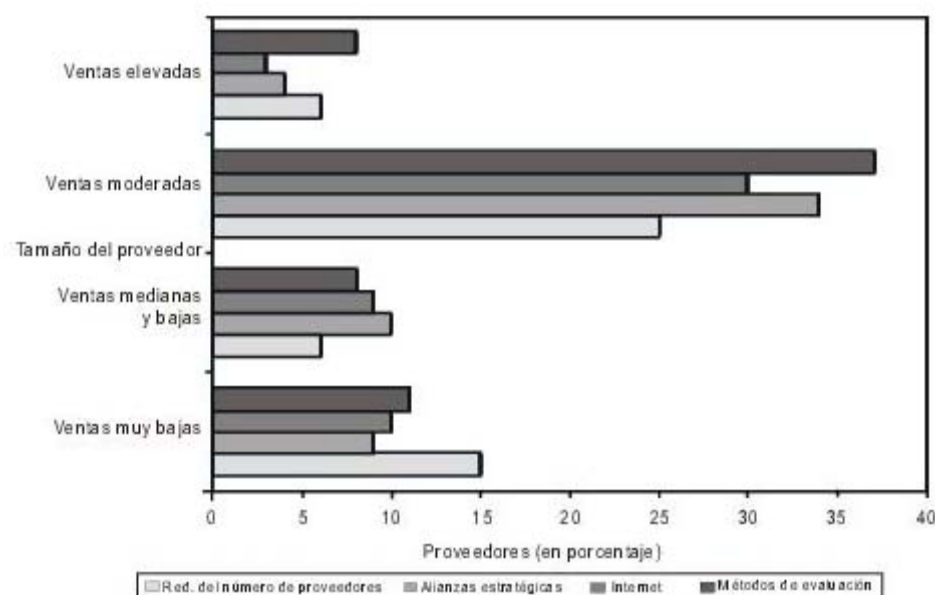
Los pequeños y medianos proveedores no sólo dependen sobremanera de unos pocos clientes mineros sino que además se ven considerablemente afectados por ciertos cambios en la estrategia de adquisiciones de la empresa minera. El gráfico IV-6 muestra que los pequeños y medianos proveedores eran los que menos confiaban en que pudiera resultar algún impacto positivo de los cambios en la estrategia de adquisición de sus clientes. Lo que más les afectaba era la reducción del número de proveedores, los cambios en los métodos de evaluación y el uso de la Internet (véanse las ventas medianas a bajas y las muy bajas). Esto quiere decir que los pequeños y medianos proveedores se sienten más vulnerables ante la plétora de cambios que ocurren actualmente en el seno de los departamentos de adquisiciones y abastecimiento de las empresas mineras y estiman que a la larga su alienación de la empresa minera será cada vez mayor.

Gráfico IV-5
DIVERSIFICACIÓN DE CLIENTES Y PRODUCTOS SEGÚN EL TAMAÑO DEL PROVEEDOR



³⁹. E.J. Visser (1997) pág. 86.

Gráfico IV-6
PROVEEDORES QUE RESPONDIERON CON CONFIANZA FRENTE A CAMBIOS EN LAS ESTRATEGIAS DE ADQUISICIÓN DE SUS CLIENTES



Una de las maneras de disminuir el impacto negativo es preparar a los proveedores para los cambios en la estrategia de adquisiciones y ayudarlos a confrontar estos cambios mediante el intercambio de información. El flujo de conocimientos no tiene que ser estrictamente recíproco y simultáneo. Si se tiene la convicción de que cierto conocimiento que hoy se ofrece gratuitamente tendrá más adelante de una u otra manera su recompensa, entonces el intercambio de conocimientos aumenta tanto en velocidad como intensidad⁴⁰. Cada vínculo nuevo que se crea, cada nueva experiencia con las peculiaridades del socio, y cada adaptación y modificación lograda para facilitar el intercambio futuro, representan la reducción de costos en la formación de competencias entre las organizaciones⁴¹. En Antofagasta hay ejemplos de esfuerzos exitosos tanto por parte de las instituciones regionales de desarrollo como por las empresas mineras para abordar este problema. Este tema se analizará en la sección siguiente.

⁴⁰. Von Hippel (1987).

⁴¹. Maskell y otros (1998) pág. 46.

Necesidad de participación

De las entrevistas sostenidas con 20 proveedores pequeños y medianos surgió el tema recurrente de la necesidad de que el proveedor participara en las decisiones con respecto a cómo se utilizaba su producto o servicio en el proceso productivo. El proveedor estimaba que tenía un conocimiento especializado valioso que compartir con la empresa minera que no se estaba utilizando o se abusaba de él durante el contrato.

En más de una ocasión un proveedor mencionó cómo la empresa minera podría haber utilizado el conocimiento especializado del primero para confeccionar el insumo que necesitaba.

“He tenido muchas experiencias en que el usuario carecía de conocimientos sobre el material que necesitaba para confeccionar una parte determinada, sin embargo, insistía en que me ciñera a las especificaciones que me daba. Aunque estaba escéptico, necesitaba el contrato, así que fabriqué el producto. Con posterioridad, el usuario advertía que el material no era apropiado para la tarea. El error fue suyo; me pagó el pedido inicial, pero perdí las ganancias futuras de pedidos en serie”⁴².

Otra situación habitual es el otorgamiento de la propiedad del producto a un proveedor a partir de las especificaciones diseñadas por un proveedor distinto:

“El usuario carece a menudo de una idea cabal del proyecto y me pide que destine mucho tiempo y recursos en ir a la mina, analizar el problema y luego ayudarlo a definir las especificaciones para una herramienta. Regreso y comienzo a diseñarla. Termino el prototipo y se lo enseño al usuario acompañado del presupuesto. Entonces, el usuario va donde otro proveedor, le muestra el diseño y obtiene un precio menor por la herramienta. De modo que no sólo pierdo dinero involucrándome desde el primer día, sino que además pierdo el contrato”⁴³.

Por ende, como bien sugiere Enright (1996), una cuestión importante para las grandes empresas es cómo podrían aprovechar la existencia de las aglomeraciones regionales. Aquí no se trata de si una empresa multinacional puede utilizar su red existente de filiales para generar y transferir conocimiento dentro de las empresas, sino de si una firma de fuera puede aprovechar realmente las especialidades y conocimientos existentes en la aglomeración⁴⁴.

Así, aunque en Antofagasta las autoridades locales han desplegado grandes esfuerzos para atraer la inversión de otras naciones y regiones, se ha explorado relati-

⁴². Entrevistas con proveedores de equipo menor, 7 de julio de 2000, pequeño proveedor metalmecánico, 27 de julio de 2000. Antofagasta, Chile.

⁴³. Entrevistas con proveedores Profo (6 proveedores involucrados en la certificación ISO 9000) en la sede de la CDP, 3 de agosto de 2000.

⁴⁴. M. Enright (1996) pág. 204.

vamente poco la medida en que empresas externas pueden aprovechar las aglomeraciones regionales en su propio beneficio.

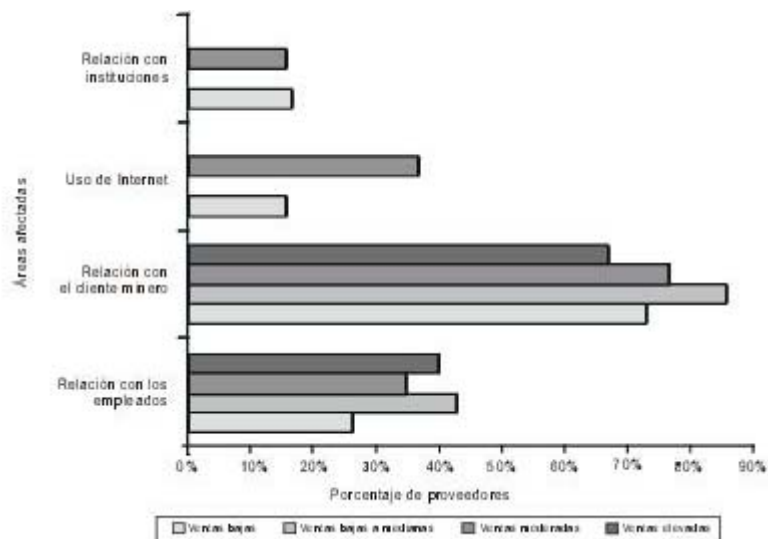
Necesidad de asistencia

Aunque los proveedores de Antofagasta presentan oportunidades para la transferencia de conocimientos a las empresas mineras, necesitan asistencia en el corto plazo que les permita mantener e incrementar ese aporte. En la encuesta, se observó que la mayoría de los proveedores estimaba que los cambios en las estrategias de adquisición afectarían indudablemente su relación con la empresa minera en comparación con su relación con los empleados las instituciones regionales. Los pequeños y medianos proveedores (ventas muy bajas a medianas) le otorgaban mayor importancia a esto que los grandes proveedores (véase el gráfico IV-7).

Cuando se preguntaba al proveedor sobre los tipos concretos de asistencia que pudieran contribuir a integrarlo más en la cadena de abastecimiento de la empresa minera, éste mencionaba la ayuda financiera para investigación y desarrollo, el crédito no reembolsable, los préstamos a largo plazo, y la ayuda con recursos humanos como los tipos de asistencia más destacados que necesitaba actualmente y en el corto plazo (tres años). Además, aunque se esperaba más asistencia de fuentes internas y de las instituciones de apoyo que de los clientes mineros, los resultados parecen más interesantes cuando se desglosan los datos por tamaño del proveedor.

Gráfico IV-7

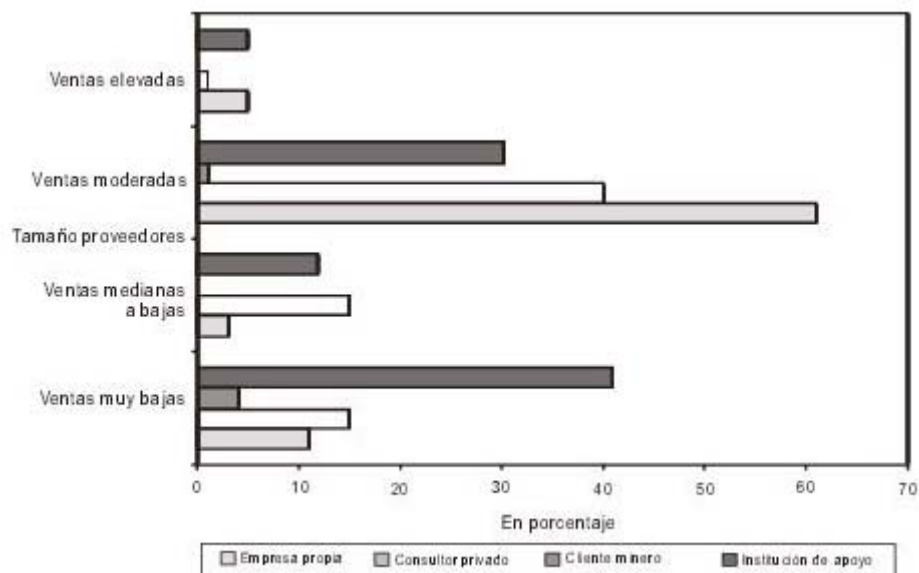
ÁREAS/RELACIONES DE EMPRESAS PROVEEDORAS AFECTADAS POR CAMBIOS EN LAS ESTRATEGIAS DE ADQUISICIÓN DE LOS CLIENTES



El examen más detenido de los tipos de proveedores que contestaron esta pregunta, reveló que en los proveedores micro (ventas muy bajas) la expectativa de recibir ayuda de los clientes mineros era mayor que en los proveedores medianos o grandes (gráfico IV-8).

Gráfico IV-8

FUENTE DE ASISTENCIA ADMINISTRATIVA PREVISTA POR LOS PROVEEDORES



Avalan estos resultados los múltiples estudios que demuestran que las PYME proveedoras carecen de los recursos humanos, los conocimientos y la infraestructura que tienen las grandes empresas⁴⁵. Asimismo, los pequeños y medianos proveedores carecen también de recursos financieros porque les es difícil acceder a las instituciones financieras formales. Tienden a basarse en las fuentes financieras informales y están obligados a pagar tasas de interés más elevadas. En Antofagasta, los micro proveedores son los más desfavorecidos en términos de crédito, préstamos y financiamiento para investigaciones y desarrollo⁴⁶. Dado que las instituciones regionales son renuentes a satisfacer esta demanda, acuden a sus clientes multinacionales y estatales en busca de apoyo.

[45.](#) S. Meyanathan (1994).

[46.](#) Bustos y V. Franco (1994).

d) Tentativas en procura de la eficiencia colectiva: algunos ejemplos

Aunque la red de empresas vinculadas interindustrialmente no puede evolucionar de un día para otro sino sólo con el transcurso del tiempo, el ímpetu gestor de esta evolución es un fenómeno de corto plazo y tiene que aportarlo alguna de las partes. Esta sección da ejemplos de Antofagasta, en que las empresas mineras, los proveedores y/o las instituciones de apoyo han tratado de llegar a un estado de compromiso mutuo o de “eficiencia colectiva”.

La Corporación Nacional del Cobre (Codelco), la CDP y las PYME proveedoras

La división Chuquicamata de Codelco es una gran empresa minera estatal cuyo abastecimiento de insumos proviene aproximadamente en un tercio de la región y dos tercios fuera de ella. En virtud del mandato del programa para el desarrollo de los proveedores, la CDP inició un proyecto con Chuquicamata para integrar a las PYME proveedoras regionales existentes así como un grupo de nuevos proveedores potenciales para identificar oportunidades de mejoramientos contractuales y nuevas oportunidades de negocios^{[47](#)}.

Las actividades que involucraban tanto a la empresa minera como a sus proveedores se estructuraron en varias etapas. Primero, los compradores, el personal de los almacenes, y los operadores de Chuquicamata visitaron las plantas de los proveedores. Ahí tenían la oportunidad de observar los productos, los procesos técnicos y de gestión y la infraestructura del proveedor. En la etapa siguiente, el personal de Chuquicamata elaboró un marco para la evaluación de proveedores y atendió las observaciones de estos últimos respecto a algunas dificultades inherentes a dicha evaluación. En la tercera etapa, se seleccionaron específicamente tres ingenieros de Chuquicamata para que dedicaran su tiempo a colaborar con el programa. Su cometido principal era llevar los proveedores al almacén de la mina para que identificaran allí las partes y piezas que habitualmente se importaban, y que las PYME proveedoras regionales podían no obstante fabricar y comprar^{[48](#)}.

Estas visitas sirvieron para cimentar un cierto nivel de confianza y comunicación entre los proveedores y el cliente minero, ya que ahora ambas partes tenían una idea más clara de las expectativas y del proceso de toma de decisiones de la otra. Además, las visitas al almacén del cliente tuvieron como resultado la confección de una lista de partes y piezas que las empresas mineras necesitaban en forma permanente. Éstas

[47.](#) Gruttner, E., Bustos, M. y González, A. (1998).

[48.](#) Las entrevistas con el personal del departamento de abastecimiento y contratos de Chuquicamata (marzo-abril, 2000) se hicieron eco de esta sensación.

eran también productos que antes se importaban. Uno de los logros más significativos de este proyecto fue el acuerdo formal suscrito entre Chuquicamata y sus proveedores sobre negociaciones contractuales que superaran el millón de dólares. Además, los proveedores estimaban que habían aprendido mucho sobre mejoramientos en técnicas de gestión tales como *planificación estratégica*, *justo a tiempo* y *viabilidad técnica*, elementos que necesitaban implementar para mejorar la relación contractual.

Por consiguiente, respecto a la integración de las PYME como se ilustra en el gráfico IV-2, la empresa minera había estrechado su compromiso y los proveedores, con asistencia de las instituciones de apoyo regionales, habían incrementado su cooperación para llegar a un compromiso de corto plazo que demostraba ser de beneficio mutuo.

Minera Escondida Ltda. y sus proveedores

En su calidad de empresa minera privada de propiedad extranjera, Minera Escondida Ltda. adquirió en 1999 dos tercios (324 millones de dólares) de sus insumos en la segunda región, 9% (43 millones de dólares) de los cuales corresponde a contratistas pequeños y medianos⁴⁹. Aunque carece de una política oficial de adquisición de insumos en las empresas de la región, la preferencia de hacerlo se deja a la discreción del comprador o usuario siempre que se hayan cumplido primero todos los requisitos técnicos y financieros necesarios⁵⁰. Últimamente, los adquirentes de contratos en Minera Escondida establecieron un instrumento de evaluación de proveedores que dividía específicamente los requisitos en tres categorías según el tamaño: pequeños, medianos y grandes⁵¹. Esto facilita más la competencia entre los proveedores, puesto que los pequeños proveedores compiten con otros proveedores pequeños y medianos, y no tienen que preocuparse de que los grandes proveedores se apoderen de su mercado. Si bien el pequeño y mediano proveedor desearía que se moderara la estrictez de los métodos de evaluación, acepta que ésta se mantenga y que se limite el campo competitivo, ya que sabe que esto es todavía un desafío viable en el corto plazo.

Durante las entrevistas sostenidas con el personal de contratos y adquisiciones en Minera Escondida Ltda., se pudo observar otro ejemplo de una iniciativa de corto plazo por parte de la empresa minera para mantener a un proveedor regional en su cadena de abastecimiento. Junto con muchas empresas mineras, este proveedor mediano de transporte había sido muy afectado por la recesión consecutiva a la crisis asiática. Se había endeudado demasiado y luego había quebrado y no habría aproba-

⁴⁹. Minera Escondida (2000).

⁵⁰. Las compras locales pueden incluir compras de empresas extranjeras con oficina de ventas en la región o importaciones a través de distribuidores locales.

⁵¹. Entrevista con el jefe del departamento de contratos, Minera Escondida, 28 de marzo de 2000.

do las evaluaciones anuales pertinentes. La empresa minera podría haber decidido poner término al contrato basada en los resultados de la evaluación, pero decidió “mantener la relación contractual, y soportar la crisis unidos, ya que hasta ese momento la relación había sido mutuamente satisfactoria”. Esta decisión de prestar asistencia financiera a un proveedor regional mediano en el corto plazo contribuyó a asegurar las ocupaciones de muchos empleados y subcontratistas del proveedor.

Los proveedores Profo y las empresas mineras

En Antofagasta, el Sercotec y la CDP obran como “corredores de la red”, al congregarse a grupos reducidos de proveedores con fondos Profo para introducir los principios de la concatenación e indicar sus posibles aplicaciones. Como resultado de esta iniciativa promocional, los empresarios se agrupan en torno a factores (problemas y/o oportunidades) que tienen en común. Para los proveedores que afrontan la competencia a bajo precio de otros proveedores, una de las opciones es agruparse con proveedores similares y formar una sociedad mixta o cooperativa. La idea fundamental es que como grupo incrementarán el tamaño (mediante las ventas) de la nueva empresa. El tamaño del proveedor tiene un impacto inmediato y de corto plazo en el mercado de servicios a las empresas. Las empresas mineras, las entidades de capacitación, los bancos y las instituciones regionales están muy bien dispuestas a responder a la demanda de un grupo de empresas articuladas por el gerente de la Profo. El proveedor puede entregar un producto o servicio especializado, tener mejor acceso a la tecnología y mejorar su control sobre los costos internos.

Durante las entrevistas con los Profos en Antofagasta, los proveedores mencionaron el éxito que habían tenido con un cliente minero en la entrega de un producto específico a menor costo, utilizando tecnología que pudieron comprar con fondos del grupo⁵². El cliente minero quedó tan satisfecho con este producto y los servicios que estaba dispuesto a suscribir un contrato de más largo plazo con la

nueva cooperativa. Sin embargo, los proveedores indicaron que el esfuerzo inicial de renunciar a su independencia había significado de hecho un gran compromiso. El proceso de formar Profos para aprovechar la mayor especialización requería un consenso considerable respecto al retorno de las inversiones financieras y en tiempo. Así como la definición de los criterios de evaluación de la acción colectiva que debía aplicarse en el corto, mediano y largo plazo. Tales criterios tenían que ser tanto cuantitativos como cualitativos, fácilmente comprensibles, medibles y estar en armonía con los objetivos que el grupo había seleccionado. La CDP y el Sercotec pudieron facilitar el proceso inicial de este grupo Profo. Desempeñaron un papel importante como corredores de la red para “imbuir al grupo de una concepción fundada en el mejoramiento

⁵². Entrevistas con Profos pequeños y medianos en la sede de la CDP en Antofagasta, agosto de 2000. continuo basado en la confianza y consolidar la disposición de la red a una mayor cooperación”⁵³.

3. CONCLUSIÓN

El presente capítulo ha rescatado la experiencia en Antofagasta donde la agrupación espacial de empresas mineras, proveedores, contratistas e instituciones de apoyo conforman una aglomeración. Es el relato de una lucha en pro de compromisos mutuamente aceptables entre las grandes empresas, las PYME proveedoras y las entidades encargadas del desarrollo de la comunidad, todas las cuales desean obtener beneficios de la integración de la cadena de abastecimiento.

Debido a la concentración creciente de las grandes empresas mineras en los objetivos de corto plazo de reducción de costos, éstas consideran que el hecho de asegurar y mantener a la pequeña y mediana empresa en su cadena de abastecimiento, la que no siempre puede cumplir con los requisitos básicos, es una prioridad y no un objetivo. Por tanto, es necesario que los encargados del desarrollo industrial regional planteen la consideración de esta cuestión en la agenda de corto plazo de las grandes empresas mineras. Sin embargo, este esfuerzo exige el *consenso mutuo* de las empresas mineras y las PYME proveedoras. Actualmente, los grandes proveedores especializados reciben la prioridad. Es posible que las empresas mineras consideren que los pequeños y medianos proveedores pueden agregar valor en términos de costo y entrega oportuna. Sin embargo, cualquier tipo de *evaluación o segmentación* de proveedores adecuada especialmente a los pequeños y medianos proveedores tendría necesariamente que entrañar un mayor compromiso en términos de recursos y esfuerzos del que se da actualmente en Antofagasta. Por otra parte, los proveedores tendrían que dedicar más tiempo y esfuerzo a mejorar sus propios productos y servicios, sus relaciones con las instituciones, los clientes mineros y otros proveedores así como en general reducir sus expectativas de recibir asistencia de carácter no contractual de las empresas mineras. Dado que tanto el cliente minero como el proveedor son esencialmente empresas que operan en un entorno rápidamente cambiante y competitivo a nivel mundial, las iniciativas de corto plazo como las oportunidades en materia de productos y servicios, la asistencia financiera directa e indirecta, los métodos más justos de evaluación de proveedores y la consolidación de los proveedores se destacaron como las maneras de mantener a los pequeños y medianos proveedores insertados en la cadena de abastecimiento de las empresas mineras.

Estas actividades, si bien necesarias, no son suficientes para asegurar que los pequeños y medianos proveedores continuarán contribuyendo al desarrollo indus-

⁵³. J. Levitsky pág. 9.

trial. Los resultados de las encuestas y entrevistas con proveedores indican que se requerirán contratos a más largo plazo, mayor participación con el usuario en el uso de sus productos y más acceso a la asistencia técnica y administrativa para que los proveedores desarrollen relaciones contractuales más interdependientes con los clientes mineros. El logro de este objetivo de largo plazo (es decir, el

cumplimiento de los ideales tanto de la empresa como del desarrollo) salvará la brecha entre las dos aglomeraciones en Antofagasta, lo que en cierto sentido significaría el logro de la eficiencia colectiva general.

También se ha destacado al respecto la importancia del *corredor de la red*. En Antofagasta los programas que reconocen esta necesidad son la CDP, el Sercotec y la AIA, los que ya han demostrado lo gratificante de los esfuerzos de concatenación. Estas entidades crean un lugar de encuentro para que interactúen los proveedores, las empresas mineras y los gobiernos, ofrecen información estratégica y diálogo y facilitan proyectos específicos.

La eficiencia colectiva sólo puede mejorar si tanto la empresa minera como las PYME proveedoras están dispuestas a participar en estos esfuerzos establecidos o crear nuevas formas de alcanzar el consenso mutuo. Sin embargo, dado que el poder de interacción reside en la empresa minera, las políticas públicas deben orientarse a persuadir a las empresas mineras a que se involucren más en los esfuerzos regionales de apoyo institucional.

Página intencionalmente en blanco.

Capítulo V

UNA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA MINERÍA CUPRÍFERA EN CHILE

*Jorge Beckel**

En los últimos veinte años la participación de Chile en la producción mundial de cobre de mina aumentó fuertemente al punto de desplazar a EE.UU. como primer productor mundial. Este avance estuvo acompañado de una profunda transformación de su minería cuprífera como consecuencia de un masivo ingreso de capitales privados, tanto nacionales como extranjeros, para realizar grandes inversiones en exploración y desarrollo minero. Otro aspecto sustantivo fueron algunas innovaciones tecnológicas, entre ellas particularmente las que se generaron en el campo de la hidrometalurgia extractiva. Una empresa minera mediana, la Sociedad Minera Pudahuel –SMP–, inició a fines de los años setenta un desarrollo tecnológico que, en las décadas siguientes, iba a repercutir profundamente en la producción de cobre a partir de mineral. Este desarrollo consistía básicamente en el perfeccionamiento del concepto y en la aplicación industrial de dos tecnologías de lixiviación: una se denomina “lixiviación en pilas por capas delgadas” o “lixiviación en pilas TL” – abreviatura de *Thin Layer*–; la otra, complementaria a la anterior, se conoce como “lixiviación bacteriana” o lixiviación BTL –*Bacterial Thin Layer*–.

El presente capítulo describe estos desarrollos tecnológicos y su relación con la aglomeración productiva de la minería cuprífera de Chile. A partir del proceso de innovación tecnológica realizada por la Sociedad Minera Pudahuel, se analizan los estímulos o aportes que la aglomeración proporcionó y los efectos que tuvo este desarrollo tecnológico en la aglomeración. En este contexto se ha considerado que forman parte de la aglomeración: 1. Las empresas cupríferas mineras y metalúrgicas del país, que se ubican desde la 1ª hasta la 6ª Región, incluida la Región Metropolitana. 2. Los centros de investigación tecnológica y sus departamentos especializados, así como laboratorios

especializados de universidades. 3. Firmas de ingeniería y montaje así como consultores ligados a la minería. 4. Proveedores y fabricantes de equipos y materiales.

* El autor agradece especialmente la colaboración prestada por la Dirección de Estudios de la Comisión Chilena del Cobre, Sociedad Minera Pudahuel y los señores Esteban Domic, Raúl Montealegre y Gregorio Waissbluth.

El primer apartado describe en forma general los distintos procesos de lixiviación y en particular la lixiviación en pilas TL, incluida la versión bacteriana. Incluye también un recuento histórico de su desarrollo y aplicación a la minería de cobre. El segundo relata el proceso de investigación y desarrollo tecnológico que impulsó la Sociedad Minera Pudahuel. El tercer apartado analiza los distintos aportes de la aglomeración productiva en torno a la minería. En el cuarto apartado se ponen de relieve los efectos del desarrollo tecnológico de SMP en la aglomeración. Por último, el apartado 5 analiza la estrategia empresarial de comercialización de tecnología, la evolución del sector minero local y el contexto del cambio económico e institucional del país. En las conclusiones se resume los principales resultados del estudio.

1. LAS INNOVACIONES

a) Orígenes

Hacia fines del año 1980 entró en funcionamiento en Lo Aguirre, cerca de Santiago de Chile, una planta de fabricación de cátodos basada en una nueva ruta tecnológica que combinaba un novedoso proceso de lixiviación en pilas TL, con operaciones de extracción por solventes y electro-obtención de cátodos (LX - SX - EW). Esta planta sería la primera en el mundo que aplicara en escala comercial el proceso de lixiviación en pilas TL. Además sería la primera aplicación comercial en Chile del proceso de extracción por solventes y electro-obtención de cobre. En las dos décadas siguientes, tanto la lixiviación en pilas TL como la ruta completa LX - SX - EW se convirtieron en una de las innovaciones importantes de la minería y metalurgia del cobre no solamente en Chile sino en el ámbito global.

La lixiviación de minerales de cobre, que consiste en una disolución de los compuestos de cobre en soluciones ácidas, es un proceso hidrometalúrgico bastante antiguo que se aplicaba originalmente a minerales oxidados. El primer proceso de lixiviación que se aplicó en gran escala fue la lixiviación en bateas en los años veinte. En este proceso la lixiviación se producía por inundación de los minerales en contenedores (bateas) de grandes dimensiones y el cobre se recuperaba mediante precipitación con chatarra de fierro –proceso que se conoce como cementación– o vía electro-obtención directa. En ambos casos el producto era impuro y requería su procesamiento en una fundición. En la actualidad la mayoría de estas plantas han sido modificadas a operaciones modernas de lixiviación en pilas. Tempranamente se comenzaron a utilizar también los líquidos lixiviados en forma natural que se formaban en los botaderos de las minas a tajo abierto. En estos casos el cobre se obtenía por cementación. De estas operaciones se derivaron los métodos modernos de lixiviación en forma de lixiviación en pilas, lixiviación de colas, tostación - lixiviación - electro-obtención y lixiviación *in situ*.

La lixiviación en pilas TL aparece en la minería del cobre recientemente. Esta tecnología se basa en un invento patentado en 1975 en EE.UU. y en el año siguiente en Chile por la firma norteamericana de ingeniería Holmes & Narver y en modificaciones patentadas en 1981 en Chile por SMP. Además hubo posteriormente un sustancial refinamiento operacional del proceso por parte de SMP donde se generó un *know-how* importante adicional a los inventos patentados.

La tecnología de extracción por solventes fue desarrollada en EE.UU. durante la Segunda Guerra Mundial para la obtención del uranio como parte del proyecto Manhattan. En los años posteriores la desclasificación de esta tecnología permitió estudiar su aplicación civil y, en particular, su uso en la hidrometalurgia del cobre.

Entre las razones que condujeron al desarrollo de la lixiviación en pilas TL y de la ruta tecnológica LX - SX - EW en la mina Lo Aguirre y a la difusión posterior de estos procesos en Chile y el mundo, destaca en primer lugar que Lo Aguirre era un yacimiento pequeño y mineralógicamente complejo, no explotable económicamente mediante las tecnologías de la época. En cambio, la lixiviación en pilas TL lograba acelerar el proceso y por ende generaba mayores rendimientos y eficiencia. Además, la investigación y desarrollo que se efectuó en Lo Aguirre permitió finalmente tratar en forma simultánea y sucesiva en una misma instalación minerales oxidados y sulfurados mientras que según los procesos clásicos se hubiesen requerido dos rutas tecnológicas distintas, una para los óxidos y otra para los sulfuros, con una duplicación de las inversiones (*véanse* gráficos V-1 y V-2 al final del capítulo). Además algunas operaciones de estas rutas tecnológicas generaban residuos minerales líquidos que se consideran altamente contaminantes y peligrosos para la agricultura y cuenca hidrográfica de Santiago. Otra razón fue que los productos que hubiese podido producir Lo Aguirre según los procesos tradicionales, habrían sido concentrados y cemento de cobre, productos de tipo intermedio que se hubiesen tenido que vender a las fundiciones debido a que el proyecto no contemplaba una fundición propia por razones de escala de producción y motivos ambientales.

b) Importancia en la producción mundial de cobre

En el período 1990-1998 la producción mundial de cátodos que se originaba en procesos de lixiviación de todo tipo, extracción por solventes y electro-obtención aumentó de 708.000 toneladas a 2.013.000 toneladas. La participación que tuvo la producción de cobre por esta vía en la producción total del mundo occidental de cobre proveniente de mineral, pasó en este período del 9,6% al 19,8% (*véase* cuadro V-6 del anexo). De esta manera, el 46,7% del aumento de la producción mundial de cobre entre ambos años provino de estos procesos hidrometalúrgicos. Como puede observarse en el cuadro V-1, la producción de cátodos vía lixiviación en pilas, extracción por solventes y electro-obtención se incrementa desde una cantidad muy pequeña en 1990 hasta 1.100.000 toneladas en 1998, alcanzando en este último año el 55% del conjunto de los procesos hidrometalúrgicos considerados. En cambio, la producción hidrometalúrgica de cobre vía otros procesos de lixiviación aumentó sólo en un 37% en términos aproximados. Por tanto, en el año 1998, la producción de cobre electro-obtenido vía lixiviación en pilas y extracción por solventes habría alcanzado aproximadamente un 11% de la producción mundial de cobre proveniente de mineral.

Cuadro V-1
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE COBRE POR DISTINTOS
PROCESOS DE LIXIVIACIÓN, 1990 Y 1998
EN MILES DE TONELADAS / AÑO

	1990	1998
Lixiviación en pilas	43	1.100
Otros procesos de lixiviación	665	900
Total	712	2.000

Fuente: estimaciones en base de datos proporcionados por la Dirección de Estudios de la Corporación Chilena del Cobre.

2. EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA SOCIEDAD MINERA PUDAHUEL

a) La SMP y el proyecto Lo Aguirre

En el año 1969, un grupo empresarial chileno con vinculaciones industriales y financieras, tomó la decisión de encauzar tecnología y recursos financieros hacia el sector minero. El objetivo de este grupo era incorporar al desarrollo de la minería a empresas chilenas que históricamente no habían estado ligadas a este sector y cuyo concurso y aporte, se visualizaba, podían llegar a ser valiosos. Para este efecto se fundó la Sociedad Minera Pudahuel Ltda. y Cía. CPA (SMP) que adquirió los yacimientos La Africana y Lo Aguirre a la Santiago Mining Company, una subsidiaria de The Anaconda Co.

El yacimiento Lo Aguirre está ubicado 30 kilómetros al oeste de Santiago. Se trata de un yacimiento antiguo, que fue explotado incluso durante algún tiempo en la época colonial y redescubierto en 1914. Más tarde se retomaron las exploraciones, primero por parte de Anaconda y luego por SMP. El yacimiento constituía para SMP un verdadero desafío. En particular, el hecho de encontrarse cerca de una ciudad y en una de las mejores regiones agrícolas del país, implicaba considerar medidas especiales de prevención de contaminación ambiental. Además, la mineralización no era muy adecuada para un tratamiento por los procesos convencionales. El yacimiento presentaba algunos problemas de una distribución irregular de óxidos, sulfuros secundarios y mezclas de ambos.

Con estos antecedentes se evaluó la tecnología existente, lo que evidenció las siguientes dificultades: en primer lugar, elevadas inversiones por la necesidad de prever rutas de tratamiento diferentes para cada una de las dos calidades de minerales. Con los procesos convencionales se iba a obtener cemento cobre y concentrados de sulfuros, productos intermedios ambos considerados de baja calidad. En segundo término, contaminación de las áreas circundantes debido a la necesaria descarga de aguas contaminadas provenientes de la recuperación del cobre vía cementación. Por último, bajos índices de recuperación y bajos grados de concentración de cobre debidos a un elevado índice de trabajo de las rocas y a un grano extremadamente fino de los compuestos de cobre, lo que habría exigido una molienda sumamente fina del mineral y significado, por tanto, un alto consumo de energía eléctrica.

b) La búsqueda de alternativas

En vez del proceso de cementación se consideró utilizar la ruta de extracción por solventes y electro-obtención (SX - EW). Entre las técnicas de lixiviación que debían ser examinadas, se incluyó la lixiviación TL o de capa delgada de la firma Holmes & Narver (H&N). Esta tecnología, si bien aún no aplicada industrialmente, presentaba las siguientes ventajas: bajos costos de inversión y de operación; proceso sencillo, lo que permitiría alcanzar buenos rendimientos de recuperación; fácil disposición de los ripios y combinación eficiente con el proceso SX - EW. En 1975, estudios del laboratorio Hazen Research Inc. de Arizona, indicaron que un método combinado de lixiviación en pilas TL, extracción por solventes y electro-obtención para la fracción de los óxidos junto con un proceso de flotación para la fracción sulfurada de los minerales, podría ser técnicamente factible y económicamente rentable. En consecuencia, se contrató un estudio de factibilidad a H&N, que además de ser dueño de una patente de la lixiviación TL, era un especialista mundial en la técnica de extracción por solventes. Las conclusiones de este estudio indicaron que con las nuevas tecnologías hidrometalúrgicas se podía maximizar la rentabilidad del proyecto en un período de explotación de 10 años. SMP le otorgó a H&N un contrato de ingeniería, asesoría de construcción, adquisición de equipos y asesoría de puesta en marcha.

El proyecto preveía la construcción de dos plantas: una de TL-SX-EW para los óxidos de cobre y minerales mixtos y otra planta de molienda y flotación para los sulfuros de cobre. La inversión inicial necesaria fue estimada en 31 millones de dólares incluidos los costos de ingeniería, desarrollo de

mina, equipos, construcciones, capital de trabajo, puesta en marcha e intereses durante el período de construcción.

En el curso del año 1975, la gerencia de SMP tomó conocimiento de los resultados de una investigación de Esteban Domic, centrada en el tema de la extracción por solventes que se había realizado en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (Intec) de la Corporación de Fomento (Corfo). Con el objeto de reforzar su equipo de técnicos y de preparar la incorporación de tecnologías desconocidas en Chile, SMP incorporó a Domic. Un año más tarde, cuando H&N ya había completado el 85% de la ingeniería básica del proyecto, éste fue suspendido a raíz de problemas internos en SMP. Sin embargo, el equipo técnico continuó los trabajos experimentales que se habían iniciado, con el objeto de conocer mejor la tecnología seleccionada.

c) El inicio de los desarrollos tecnológicos propios

Con el avance de los trabajos de investigación y desarrollo en las instalaciones de la SMP se llegó al convencimiento que el concepto original, como estaba definido en la patente de invención y los documentos de ingeniería básica de H&N, adolecía de errores fundamentales que harían impracticable su aplicación en escala industrial. Se decidió construir una planta piloto de lixiviación e invitar a H&N a acompañar la nueva serie de ensayos. Estos ensayos comprobaron en 1978 las tesis del equipo de SMP y permitieron plantear un perfeccionamiento del proceso original en varios aspectos.

Como los trabajos de ingeniería del proyecto aún no se reanudaron, SMP continuó las investigaciones en la planta piloto LX - SX - EW para optimizar el proceso. En agosto de 1978 ya se habían logrado adelantos que permitieron seleccionar la alternativa más atractiva. En septiembre de 1978 se dio la aprobación final al proyecto de mina y planta metalúrgica con el nuevo concepto TL - SMP. La construcción y toda la ingeniería de cierta relevancia fueron desarrolladas directamente bajo la responsabilidad de la gerencia de SMP con la participación de contratistas, en su mayoría empresas locales, tales como Empresa de Obras y Montajes Ovalle, Moore y Compañía, Ingeniería y Construcción Sigdo Koppers, Chilectra, Rodrigo Flores y Asociados y Maestranza Maipú. Dos años más tarde, en septiembre de 1980, la planta inició sus operaciones alcanzando su plena capacidad de diseño al cabo de 45 días. Durante los primeros dos años de funcionamiento la planta de Lo Aguirre tuvo costos de operación que fueron entre la mitad y los dos tercios más bajos que los de las tecnologías tradicionales. Estos reducidos costos de operación permitieron mantener la mina Lo Aguirre funcionando durante un largo período de bajos precios del cobre, cuando numerosas otras minas pequeñas y medianas tuvieron que suspender sus actividades.

Durante el período de la preparación, construcción y puesta en marcha de la mina y la planta, SMP continuó los trabajos de investigación y desarrollo con el objeto de optimizar el proceso en todas sus etapas. A mediados del año 1979, los perfeccionamientos logrados en la planta piloto de SMP, que tuvieron un costo superior a 1 millón de dólares, habían madurado a tal punto que justificaron solicitar el registro de una

patente de invención. Además se pactó con H&N la comercialización conjunta de la tecnología para lo cual firmaron un acuerdo de explotación y propiedad compartida de las patentes de cada una. Materia de este acuerdo fue también la cancelación del pago de los *royalties* que SMP debía a H&N. De esta manera H&N reconoció los fundamentales adelantos aportados por SMP al proceso TL original. En 1981 Domic obtuvo en Chile el registro de una patente de invención por los mejoramientos al proceso TL. Además SMP logró el reconocimiento de esta patente en Canadá, Perú y Unión Sudafricana. En cambio no se completaron los trámites de patentes en Australia ni en los Estados Unidos, en este último caso por el costo que significaba una prolongada tramitación y defensa de la patente.

d) El desarrollo de la lixiviación bacteriana

Hasta la puesta en marcha de la planta Lo Aguirre y durante los primeros meses de operación, los esfuerzos de desarrollo tecnológico de SMP estuvieron caracterizados por un marcado empirismo y pragmatismo con el objeto de asegurar lo antes posible la producción de un producto comercializable y la generación de ingresos. Cumplida esta etapa y ante la perspectiva de nuevos perfeccionamientos del proceso, SMP creó en 1981 un grupo de investigación y desarrollo bajo la dirección del ingeniero Domic. Una de las tareas que tuvo por delante este grupo fue la investigación sistemática de los mecanismos de lixiviación bacteriana aplicable a los sulfuros de cobre. Las investigaciones se orientaron a crear condiciones operacionales que optimizaran la acción bacteriana.

La explotación del yacimiento Lo Aguirre acusaba una paulatina declinación en la producción desde 15.000 toneladas anuales al inicio hasta 13.000 toneladas anuales en el año 1985. Con el objeto de volver a los niveles iniciales de producción, SMP construyó una segunda unidad de extracción por solventes que fue puesta en operación a fines de este mismo año. Esta vez el proyecto de ingeniería se realizó desde un principio internamente y la construcción de la nueva planta no demoró más de seis meses. Debido, entre otros factores, a las modificaciones tecnológicas incorporadas a la nueva unidad, el costo de inversión fue inferior esta vez a la tercera parte del de la unidad original construida de acuerdo con las especificaciones y el diseño de H&N.

e) El proceso de aprendizaje

Desde un principio el Departamento de Investigación y Desarrollo de SMP realizó ensayos de lixiviación con muestras de minerales por encargo de la propia empresa y de terceros. Para este efecto contaba con un laboratorio metalúrgico y dos plantas piloto. Una estuvo permanentemente habilitada para las operaciones de la mina Lo Aguirre y la otra se ocupó para estudios hidrometalúrgicos de minerales de terceros.

Con esta infraestructura física, el Departamento de Investigación y Desarrollo estuvo en condiciones de efectuar numerosos ensayos con muestras de minerales de distinta procedencia, lo que le permitió acumular *know-how* y ampliar considerablemente el campo de aplicación de la nueva tecnología.

Uno de los primeros trabajos fue para el proyecto Wadi Araba, un yacimiento cuprífero en Jordania. SMP efectuó ensayos con 600 toneladas de mineral que para este propósito se enviaron a Chile. Los trabajos se extendieron por seis meses, al cabo de los cuales se entregaron los parámetros de ingeniería conceptual que habían sido pedidos por las empresas de ingeniería a cargo del proyecto.

A partir de 1982 se condujeron investigaciones para el proyecto de Quebrada Blanca. La planta comercial, que entró en funcionamiento en 1994, fue la primera en el mundo que aplicó el proceso de lixiviación en pilas a minerales exclusivamente sulfurados de tipo calcocitas. Como remuneración de su trabajo y el aporte de su patente a este proyecto, SMP recibió una proporción de las acciones de la nueva empresa y el derecho a aumentar su participación mediante aumentos de capital, con lo que su participación llegó al 13,5% del capital accionario de la compañía.

A solicitud de las autoridades regionales y asociaciones mineras de la Provincia de Chañaral, 3ª Región, SMP realizó en 1984 y 1985 pruebas sobre minerales procedentes de diferentes minas de pequeña escala. Los trabajos incluyeron 3 meses de ensayos en una de las plantas piloto de SMP, que se trasladó para este efecto a la localidad de Diego de Almagro. Con este emplazamiento fue posible simular la diversidad de abastecimiento que tendría una planta procesadora de minerales en esta localidad. Los resultados técnicos dieron origen a un estudio de ingeniería conceptual y de evaluación económica para la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo). Este estudio concluyó que una planta comercial pequeña, de sólo 500 toneladas de mineral por día y 3.000 toneladas de cátodos por año, ubicada en pleno desierto de Atacama, sería altamente rentable.

En la segunda mitad de la década de los años ochenta, SMP comenzó a realizar ensayos sobre minerales del proyecto Cerro Colorado, de propiedad de la canadiense Río Algom. Durante los dos

primeros años, SMP sometió los minerales de este yacimiento a ensayos en Lo Aguirre. Posteriormente se efectuó un pilotaje demostrativo durante un año en el lugar del yacimiento. El proceso de lixiviación bacteriana previó la aglomeración de minerales y la tecnología TL bajo un acuerdo de licencia con SMP, que incluía el pago de regalías por libra de cobre producido.

f) La declinación de la investigación y desarrollo en la SMP

A principios de 1986 se adoptaron medidas legales orientadas a impedir el uso no autorizado de la tecnología patentada por parte de terceros. No obstante un importante esfuerzo promocional con ensayos gratuitos, sólo varios años más tarde se logró formalizar contratos de venta de la tecnología. Una de las principales razones de estas dificultades fueron los precios deprimidos del cobre en el mercado internacional. La Escondida descartó la posibilidad de emplear la lixiviación en pilas TL argumentando que el proceso no había sido probado en una escala compatible con el tamaño que exigía este proyecto. Finalmente los esfuerzos de SMP fructificaron y se usó la tecnología en varios proyectos. Uno de ellos fue el proyecto Lince, donde había emigrado el ingeniero Domic. Otros dos fueron los yacimientos Quebrada Blanca y Cerro Colorado.

Con el objeto de independizar la venta de tecnología y *know-how* y de continuar desarrollando nuevas tecnologías SMP fundó en 1995 SMP Tecnología, firma a la que transfirió su Gerencia de Investigación y Desarrollo. Los objetivos de SMP Tecnología eran, por una parte, la venta de servicios tales como estudios experimentales de minerales y diseño de los procesos productivos para nuevos proyectos mineros y, por otra, el desarrollo de nuevos procesos hidrometalúrgicos para el tratamiento de minerales. Una de las condiciones de funcionamiento de SMP Tecnología era el autofinanciamiento mediante la venta de servicios y la obtención de contratos para los proyectos de investigación y desarrollo. Un año después de su fundación se vio que a mediano plazo este objetivo no era alcanzable por falta de demanda de parte de las empresas mineras que en este momento llevaban adelante proyectos de desarrollo minero en el país, la inexistencia de otras fuentes de financiamiento y la renuencia de SMP como accionista principal de SMP Tecnología de subvencionar o financiar proyectos de desarrollo tecnológico. Esta situación ocasionó el retiro de los investigadores y otros profesionales de alta calificación de SMP Tecnología junto con una reducción drástica de las actividades.

3. LOS APORTES DE LA AGLOMERACIÓN PRODUCTIVA EN TORNO A LA MINERÍA EN CHILE

a) Centros de investigación tecnológica

El Instituto Tecnológico de Chile Intec-Chile fue fundado en 1968 como un organismo multidisciplinario de investigación tecnológica tendiente al desarrollo de productos y procesos, así como a la solución de los problemas que enfrentaban las empresas manufactureras y mineras en este ámbito. Al iniciar sus actividades la nueva institución recibió asistencia técnica de instituciones norteamericanas en el marco de convenios de cooperación tecnológica internacionales, como por ejemplo con el Battelle Memorial Institute, una de las más importantes instituciones privadas de investigación por contrato en los Estados Unidos, y que albergaba un centro de excelencia en metalurgia extractiva. Por otra parte, entre 1971 y 1972 prestó asesoría en el área metalúrgica el experto internacional Helmut Tribusch, quien disponía de conocimientos avanzados en electroquímica, los que trató de aplicar a las tecnologías

de lixiviación bacteriana. Bajo la inspiración de Tribusch se iniciaron en Intec-Chile estudios e investigaciones de laboratorio tendientes a explorar el potencial de estas nuevas tecnologías en la minería chilena.

Durante 1979 y 1980 SMP subcontrató diversos trabajos a algunos centros tecnológicos del país, en particular a Intec-Chile, al Centro de Investigación Minera y Metalúrgica –CIMM– y al Departamento de Ingeniería de Minas y el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Chile. Intec-Chile contaba con laboratorios y personal especializados para realizar investigaciones sobre temas biológicos y CIMM poseía equipos de microsonda y microscopio electrónico, así como los especialistas para operarlos, mientras al principio SMP no disponía de instalaciones de este tipo y tampoco tenía sentido adquirirlas debido a su alto costo.

Esta subcontratación se practicó principalmente durante el período 1978-1981. Tuvo un carácter deliberadamente puntual y específico y en ningún momento alentó la creación de programas o líneas de investigación en los centros mencionados. En primer lugar SMP trataba de evitar la difusión del *know-how* que se generaba sobre las nuevas tecnologías y de mantenerlo como secreto industrial. La empresa consideraba que esta manera de proceder era una fórmula apropiada para proteger su *know-how* hasta el momento en que iba a obtener el registro de una patente de invención e incluso posteriormente como una forma de protección efectiva complementaria. Así, el 80% de los gastos totales de investigación y desarrollo de SMP correspondieron a actividades internas. Del 20% restante, los trabajos de investigación subcontratados a los centros tecnológicos nacionales representaron aproximadamente los dos tercios y los temas subcontratados a centros tecnológicos en EE.UU. y Canadá un tercio. Cuando en los primeros años de la década de los ochenta cayeron los precios del cobre en el mercado mundial, la subcontratación de trabajos de investigación se suspendió totalmente. Al recuperarse los precios años más tarde, la SMP decidió fortalecer su propia infraestructura de laboratorios y no reanudó la subcontratación de servicios tecnológicos.

b) El *pool* de ingenieros, otros profesionales y gerentes

A fines de los años setenta trabajarían en el sector minero de Chile dos a tres mil ingenieros de distintas especialidades. Además había una cantidad difícil de precisar de otros profesionales ligados a la minería cuprífera. La existencia de estos recursos humanos fue fundamental para el desarrollo tecnológico que realizó SMP al permitir la contratación de profesionales capacitados para ejecutar los proyectos en el ámbito de la lixiviación en pila TL, tanto propios como para terceros. Las contrataciones de SMP de profesionales se extendieron desde el año 1976 hasta 1987 a raíz de distintos eventos.

En 1976 se construyó en la mina La Africana la planta piloto de extracción por solventes y electro-obtención de cátodos para el nuevo proyecto Lo Aguirre. Además La Africana aportó sus laboratorios químico-metalúrgicos para los análisis de minerales. En 1978 se agregó a la planta piloto un módulo de lixiviación en pilas. En cuanto a recursos humanos, la mina La Africana puso a disposición de este proyecto, básicamente, capataces, mecánicos y electromecánicos para la construcción y operación de la planta piloto y técnicos químicos para los análisis de laboratorio. Cuando a mediados del año 1978 La Africana cesó su explotación, este personal fue incorporado definitivamente al proyecto Lo Aguirre.

A mediados de 1978 SMP incorporó un equipo de 5 o 6 ingenieros para hacerse cargo de la ingeniería del proyecto. El gerente de SMP, Haldeman, había sido anteriormente gerente general de la mina El Teniente y seleccionó el grupo de esta mina. Su función principal era traducir los planos originales de H&N a la nueva realidad. Aunque estas personas eran profesionales experimentados en proyectos mineros de cobre no contaban con experiencia específica en operaciones hidrometalúrgicas.

Posteriormente se procedió a la formación de un cuadro de 5 a 6 ingenieros y profesionales metalurgistas para la puesta en marcha y operación de la nueva planta. Como superintendente de operaciones SMP contrató un compañero de Domic de la Universidad y del Intec con tres años de

experiencia en la refinería electrolítica de la mina Chuquicamata. Para la puesta en funcionamiento de la planta de extracción por solventes, se contrató un ingeniero que había adquirido experiencia en el ámbito de laboratorio y planta semi-piloto con esta tecnología en Intec-Chile. Por último, se incorporaron varios otros ingenieros que provinieron de la Empresa Nacional de Minería –Enami– y contaban con experiencia en procesos de lixiviación y electrefinación.

Al crear SMP en 1981 un departamento dedicado a la investigación y desarrollo de los nuevos procesos, se contrató un grupo compuesto de aproximadamente 10 ingenieros de alta calificación. Estos profesionales provinieron en buena parte de Intec-Chile y CIMM. Además ingresó a SMP Raúl Montealegre, quien años más tarde llegaría a ser gerente de Investigación y Desarrollo de la compañía y posteriormente gerente general de SMP Tecnología. Montealegre, ingeniero civil químico de la Universidad de Concepción e ingeniero metalúrgico de la Universidad de Minnesota, había realizado una carrera en investigación académica y en gestión de proyectos de I&D en Intec-Chile, donde llegó a ser subdirector.

Debido a la caída de los precios del cobre que se produjo en el mercado mundial poco tiempo después de haberse creado este departamento de I&D en SMP, el grupo enfrentó algunas dificultades de supervivencia y como consecuencia su tamaño se redujo a casi la mitad. Sin embargo, la generación de ingresos propios por la venta de servicios a terceros y la obtención de créditos por los servicios prestados a las operaciones de las minas Lo Aguirre y La Cascada permitieron mantenerse hasta que mejoró la situación en la segunda mitad de 1986. A partir de este momento y ante las perspectivas de materialización de algunos de los proyectos que SMP había estudiado anteriormente, se produjo un reforzamiento del grupo mediante algunas nuevas contrataciones. Principalmente se trataba esta vez de profesionales especializados en microbiología y en otros aspectos relacionados con la lixiviación bacteriana que habían trabajado en los institutos tecnológicos mencionados y de los laboratorios de las universidades locales.

En 1988 SMP firmó sendos convenios para el uso de patentes en los proyectos Lince y Cerro Colorado, y un año después con Cominco, una de las empresas concursantes del proyecto Quebrada Blanca. El proyecto Lince contrató sólo servicios de ingeniería a SMP. En cambio, los otros proyectos encargaron a SMP la realización de trabajos de pilotaje, diseño del proceso y otros servicios de investigación y desarrollo. Durante el período 1988-1994 varios profesionales de SMP se incorporaron a estas nuevas operaciones. Consecuentemente la compañía volvió a contratar ingenieros químicos, metalurgistas y mineros. En buena parte, estos profesionales vinieron nuevamente de los institutos tecnológicos y universidades locales. Cuando en 1995 se estableció la filial SMP Tecnología, el cuerpo de investigadores de SMP se incorporó junto a la casi totalidad del personal de la gerencia de investigación y desarrollo a esta sociedad.

SMP también reclutó capacidad gerencial general y técnica de elevado nivel. Entre las personas que tuvieron una marcada influencia en las decisiones que determinaron el desarrollo de las nuevas tecnologías y su posterior comercialización, cabe mencionar en particular a los ingenieros Sylvester y Haldeman. El primero se incorporó tempranamente a la SMP, donde asumió funciones de asesor técnico y fue miembro del directorio de la compañía. Aunque no tenía experiencia específica en la minería del cobre –había hecho su trayectoria profesional en la minera nacional del carbón–, demostró una gran capacidad de gestión que permitió el descubrimiento de soluciones novedosas y una revisión del contrato de ingeniería y asistencia técnica con H&N.

Haldeman, de nacionalidad norteamericana, llegó a ser gerente general de la mina El Teniente mientras era propiedad de Braden Copper Company. Cuando se produjo la nacionalización durante el gobierno de la Unidad Popular, Haldeman volvió a los Estados Unidos donde comenzó a trabajar como consultor de empresas mineras. En Chile asesoró a Minera Sagasca que, durante 8 años, funcionó con sistemas convencionales de lixiviación antes de ser adquirida en 1980 por SMP. En 1978, tras realizar una auditoría, Haldeman se hizo cargo de la gerencia general de SMP. Previamente el directorio había aprobado a solicitud de él un presupuesto de 1 millón de dólares para financiar la

ampliación de la planta piloto y una prolongación de los ensayos durante un año. Desde este puesto impulsó decisivamente el desarrollo tecnológico en SMP. Por iniciativa de él se creó el departamento de I&D y posteriormente SMP Tecnología como filial.

En resumen, se puede observar que SMP reclutó en medida importante sus cuadros de investigación y desarrollo, su grupo de ingeniería y de operaciones y sus gerentes y ejecutivos que orientaron decisivamente el desarrollo tecnológico, desde empresas y organizaciones que formaron parte de la aglomeración local, en particular los institutos tecnológicos especializados –entre ellos especialmente Intec-Chile y CIMM–, los laboratorios especializados de algunas universidades y las propias empresas mineras.

c) Firmas de ingeniería y proveedores de equipos y materiales

En buena parte, la construcción de la primera planta TX - SX - EW de Lo Aguirre estuvo basada en los planos y especificaciones de los proveedores norteamericanos de la ingeniería. Sin embargo, ya en este proyecto los contratistas de obras y montajes y los proveedores nacionales de materiales y equipos propusieron algunas adaptaciones propias. Además, hubo que modificar los diseños originales de H&N, particularmente de instalaciones en que hubo cambios en los parámetros debido a los desarrollos tecnológicos de SMP. En los años que siguieron a la puesta en marcha de la planta Lo Aguirre y a la reanudación de las operaciones en la mina La Cascada, se introdujeron un sinnúmero de perfeccionamientos operacionales que incluyeron frecuentemente pruebas con nuevos materiales y componentes. Frecuentemente se realizaron estas pruebas en cooperación con proveedores locales, lo que incentivó el desarrollo y fabricación de estos elementos en el país. Cuando se construyó la segunda planta de extracción por solventes en Lo Aguirre, los aportes de la ingeniería nacional y del diseño y fabricación de maquinaria especializada ya fueron bastante más significativos.

Algunas de las principales firmas que destacaron por su aporte de innovaciones fueron las siguientes: Tehmco, que se formó en su origen específicamente para atender esta área del mercado con suministros de plásticos; Makina, una pequeña industria mecánica, que construyó las máquinas para el manejo, lavado y empaquetado de los cátodos y la firma de ingeniería Raúl Aguilar para el diseño del sistema de pórticos para carga y descarga del mineral en las pilas. El papel promotor de SMP consistía en plantear el problema específico a los proveedores, proponer soluciones conceptuales, llevar a cabo las pruebas de los prototipos en el terreno y proporcionar *feedback* a los proveedores que permitiera la modificación y puesta a punto de las instalaciones.

En las plantas piloto manejadas y supervisadas por SMP, los aportes de las firmas de ingeniería y proveedores de equipos también fueron importantes. Destaca el desarrollo y la fabricación nacional de rectificadores de potencia, un equipo de alta complejidad tecnológica, por la empresa IDT, filial de Tehmco. Asimismo, se logró la fabricación nacional de electrodos, tanto ánodos de aleación de plomo, calcio y estaño y similares, como de cátodos madre en acero inoxidable, por varios proveedores. De igual manera, en relación con las celdas electrolíticas se incentivó la fabricación nacional de celdas en concreto polimérico, tecnología patentada por la empresa local Ancor, originalmente una filial de DOW. Finalmente en el área de manejo de materiales, varios proveedores nacionales conquistaron un lugar de privilegio, entre los que sobresalieron MacMin en Santiago e Industrias Petrizzio en Antofagasta.

4. EFECTOS DE LAS INNOVACIONES EN LA AGLOMERACIÓN PRODUCTIVA EN TORNO A LA MINERÍA

a) Aplicaciones en nuevos proyectos mineros

En su mayoría, los proyectos de lixiviación en pilas TL - SX - EW que entraron en producción en el período 1991-1995 encomendaron servicios tecnológicos a SMP o se beneficiaron de la asesoría y pruebas de minerales que SMP proporcionó en forma gratuita con el objeto de promover el licenciamiento de su tecnología. Como puede observarse en el cuadro V-3 (al final del capítulo) de las 12 plantas de lixiviación en pilas TL - SX - EW que entraron en funcionamiento en este período, 7 recibieron algún tipo de asesoría o de servicios tecnológicos de SMP. Entre 1990 y 1995 la producción nacional de cobre de mina aumentó en 900.000 toneladas anuales. De esta cifra, 252.000 toneladas anuales aproximadamente correspondían a 16 plantas con procesos de lixiviación puestas en marcha en este período. Las siete plantas de lixiviación en pilas TL que habían recibido tecnología de SMP en forma directa representaron el 58% de esta cifra y las cinco que no habían tenido vínculo con SMP, el 17%. Por último, el 25% de la producción adicional de cátodos por vía de lixiviación correspondía a otros procesos (véase el cuadro V-4).

En 1996 se extinguió la patente de invención de SMP y, en consecuencia, a partir de este año, la situación de SMP como proveedor de tecnología cambió sustancialmente. Sólo un proyecto de los trece de lixiviación en pilas TL - SX - EW que habrán entrado en funcionamiento en el período 1996-2000 recibió todavía aportes de tecnología de SMP. En este período, la producción total de cobre de mina de Chile aumentó en aproximadamente 1.200.000 toneladas anuales correspondiendo a los procesos LX - SX - EW 61,5%. Esta última cifra incluye 221.000 toneladas adicionales provenientes de las 16 plantas antiguas y 517.000 toneladas de once plantas LX - SX - EW que comenzaron su operación a partir del año 1996 (véase el cuadro V-5).

El cuadro V-2 a continuación resume el tipo de aportes tecnológicos efectuados por SMP a ocho proyectos de lixiviación en pilas TL puestos en funcionamiento en el decenio de los noventa. Como puede observarse, en el caso de tres proyectos sólo se realizaron estudios preliminares y no se aportaron otras prestaciones ni se extendió una licencia de patente. Se trató de los proyectos de El Salvador (Codelco), Mantoverde y Zaldívar. En el primer caso hubo un avenimiento entre SMP y Codelco, en virtud del cual SMP renunció a sus derechos de *royalty* por uso del proceso patentado. En cuanto a los proyectos Mantoverde y Zaldívar, las empresas titulares aplicaron versiones modificadas del proceso TL que no infringían la patente de SMP. En los otros cinco casos SMP logró licenciar su tecnología.

Este análisis permite observar que SMP logró vender su tecnología a la mayoría de los proyectos de lixiviación en pilas TL - SX - EW que iniciaron su producción durante la vigencia de su patente de invención. Después de haber caducado la patente, no obstante el importante *know-how* que SMP había acumulado a través de un proceso de aprendizaje y la creación de estructuras organizativas dirigidas a la venta y transferencia de tecnología, la compañía no pudo continuar un proceso sostenido de comercialización de su tecnología. Aparentemente el conocimiento del proceso de lixiviación TL se había difundido entonces lo suficiente en la aglomeración nacional en torno a la minería para que los nuevos proyectos mineros pudieran recurrir a sus propias capacidades técnicas y a una variedad de otras fuentes tecnológicas externas.

Cuadro V-2

CHILE: APORTES TECNOLÓGICOS DE SMP A PROYECTOS DE LX - SX - EW EN EL DECENIO DE LOS NOVENTA

	Año de puesta en marcha	Capacidad de producción de cátodos t/año	Estudios preliminares piloto	Pruebas en planta	Participación en ingeniería de patente	Licencia
Cerro Colorado	1993	45.000	X	x	x	x
El Salvador	1994	12.500	X			
El Soldado	1993	4.000	X	x	x	x
" "	1996	3.000	X	x	x	x
Lince	1992	23.000	X		x	x
Mantoverde	1995	42.500	X			
Quebrada Blanca	1994	75.000	X	x	x	x
Zaldívar	1995	125.000	X			

Fuente: elaborado con base en información personal proporcionada por E. Domic y R. Montealegre.

b) El efecto sobre la competitividad de la minería del cobre de Chile

Entre 1990 y 1998, la participación que tuvo Chile en la producción del mundo occidental de cobre de mina aumentó del 21,5% al 36,3% (véase V-6). Esto se explica en primer lugar porque el país posee alrededor del 32% de las reservas mundiales de cobre, ocupando la primera posición en el mundo con leyes que promedian el 1%¹. En segundo término, Chile implantó oportunamente un marco normativo estable y

¹. Ministerio de Minería de Chile (1998).

con reglas claras para el desarrollo de la actividad minera. Por último, otro factor de competitividad habría sido el hecho que el proceso de lixiviación en pilas TL, extracción por solventes y electro-obtención tuvo una marcada y preferente difusión en Chile, alcanzando una participación importante dentro de la producción mundial del cobre correspondiente al conjunto de los procesos LX - SX - EW.

En el período 1990-1998 se manifiesta claramente una tendencia a la reducción de los costos de producción de cobre de mina. Entre las principales causas figuran las economías de escala y las innovaciones tecnológicas. Entre estos últimos, algunos de los más importantes adelantos ocurrieron en el campo de la lixiviación y, entre ellos, en particular, la lixiviación en pilas TL, incluida la versión bacteriana.

Chile concentra actualmente la mayor parte de la producción mundial de cátodos obtenidos por la vía lixiviación en pilas TL - SX - EW. En 1998, la participación que tuvo la minería chilena en la producción del occidente de cátodos por esta tecnología alcanzó aproximadamente 80% a 90% del total. En consecuencia, el proceso de lixiviación en pilas TL - SX - EW desarrollado por SMP se ha difundido hasta ahora de manera preferente en la minería nacional. El resto de esta producción mundial de cátodos por esta vía proviene de un número reducido de productores, principalmente Australia, EE.UU. y Perú. A continuación se presentan algunos datos e interpretaciones para tratar de explicar la difusión bastante restringida que la lixiviación en pilas TL ha tenido en otros países productores de cobre del mundo.

Hasta principios de los años ochenta, EE.UU. fue el primer productor mundial de cobre. La caída de los precios del cobre en el mercado mundial en esos momentos y la severa normativa de protección ambiental adoptada en este país llevaron a la minería cuprífera al borde del colapso y dieron paso a una profunda restructuración del sector. El inicio de la minería del cobre de EE.UU. se remonta a principios del siglo XX y la explotación estuvo en buena parte basada en minas de tajo abierto. En consecuencia se acumularon enormes cantidades de minerales de baja ley en botaderos o *stockpiles*, ya que no podían ser procesados económicamente con la tecnología existente. La aparición de las tecnologías de extracción por solventes que podían combinarse con operaciones de electro-obtención de cátodos, hizo posible la lixiviación económica de estos botaderos. Ya entre fines de los años

ochenta y comienzos de los noventa la minería de cobre de EE.UU. alcanzó a estar completamente reconvertida a los nuevos procesos. En cambio, la nueva tecnología de lixiviación en pilas TL pasó prácticamente inadvertida en la minería estadounidense hasta la segunda mitad de los años ochenta cuando se licitaron en Chile algunos grandes proyectos de cobre.

El mismo proceso de transferencia de tecnología no se produjo en relación con Canadá, pese a que hubo empresas canadienses que a fines de los años ochenta participaron en las licitaciones de los yacimientos de Quebrada Blanca y Cerro Colorado. La razón radica posiblemente en el hecho de que Canadá adoptó un régimen tributario que desalentó el desarrollo de nuevos proyectos cupríferos en su territorio.

En cambio, el proceso de lixiviación TL se difundió, aunque marginalmente, en Australia, Perú y México.

Uno de los obstáculos a una difusión internacional más amplia y rápida podría haber sido que algunos países desarrollados han invertido fuertemente en fundiciones de cobre que buscan asegurar su abastecimiento de concentrados importados. Al mismo tiempo una parte importante del financiamiento para el desarrollo de nuevas minas cupríferas en el mundo, proviene de estos mismos países. Por tanto, se ha sostenido que las relaciones financieras entre las compañías dueñas de las fundiciones y los bancos que financian proyectos mineros en los países en desarrollo, podrían haber introducido un sesgo en favor de la adopción de las tecnologías tradicionales en los nuevos proyectos mineros basados en la explotación de minerales sulfurados.

Estos antecedentes sugieren que la difusión privilegiada y amplia en la minería nacional, del proceso de lixiviación en pilas TL, en combinación con la extracción por solventes y electro-obtención de cátodos, ha contribuido significativamente al fortalecimiento de la competitividad internacional de la minería cuprífera de Chile en la década de los noventa.

c) El desarrollo de servicios a la minería

Una de las manifestaciones de la transferencia y difusión, aunque frecuentemente en forma involuntaria, de las tecnologías desarrolladas por SMP fue la creación de una serie de servicios de consultores, ingeniería especializada y servicios relacionados con construcción y operación de plantas piloto, así como el enriquecimiento del currículo en hidrometalurgia en las universidades del país. En buena parte esta transferencia se efectuó a través de la migración de los profesionales que habían trabajado en SMP y también mediante permisos de la compañía para ejercer funciones de docencia en las universidades. A continuación se presentan algunos ejemplos de servicios, organizaciones y cursos que fueron creados.

En el área de la ingeniería de procesos hidrometalúrgicos se formó en 1990 la firma consultora Domic S.A. con Esteban Domic como principal socio fundador. Las actividades de esta firma incluyen actualmente ingeniería de procesos en proyectos, respaldo operacional y de optimización, así como entrenamiento de personal e identificación de fallas. Esta firma ha intervenido en proyectos desarrollados en Chile y en Perú y recientemente también en proyectos de Cyprus en los Estados Unidos, en lo que respecta a la introducción de la tecnología de lixiviación en pilas TL. En la lista de clientes figuran, entre otros, Outokumpu, Mantos Blancos, Codelco y Cyprus.

En el diseño y ejecución de los distintos proyectos de lixiviación en pilas TL- SX - EW que se realizaron en Chile, han intervenido renombradas firmas de ingeniería tales como Bechtel, Jacobs, Kvaerner y Fluor. Estas firmas internacionales establecieron filiales en Chile considerando la importancia de los proyectos mineros que se estaban gestando en el país. Su capacidad de proporcionar ingeniería conceptual, básica y de detalle y de hacerse cargo de la construcción de plantas completas en el campo de las nuevas tecnologías hidrometalúrgicas de cobre, se creó mediante la contratación de especialistas en ingeniería de procesos, mecánica, eléctrica y civil, que fueron frecuentemente profesionales que habían trabajado en SMP. La cobertura

geográfica de prestación de servicios especializados para proyectos de lixiviación en pilas TL - SX - EW se extendió también al Perú.

Los nuevos proyectos de lixiviación en pilas TL - SX - EW requirieron servicios de pruebas metalúrgicas en escalas de laboratorio, semi-piloto y piloto. En buena parte estos servicios fueron desarrollados por CIMM, Intec-Chile y Terral. Esta última estableció una filial especializada, Novatec. Intec-Chile se desprendió recientemente de esta actividad, dando origen a la sociedad privada Geomet. Como en el caso de las firmas de ingeniería, la cobertura geográfica de los servicios que prestan estas organizaciones abarca Chile y Perú.

d) El enriquecimiento de la enseñanza académica

La enseñanza de las nuevas tecnologías se ha incorporado a prácticamente todos los cursos de hidrometalurgia de las universidades chilenas. En buena parte, la introducción de esta materia a los curriculares universitarios obedeció al desempeño de actividades docentes de ingenieros especializados mientras trabajaron en SMP y después de haber salido de la empresa. Un ejemplo constituye el caso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile donde el ingeniero Domic, en su calidad de catedrático para hidrometalurgia, introdujo el tema en referencia, en la década de los setenta. SMP autorizó también algunos otros ingenieros de su planta a ejercer actividades de docencia académica. Estas actividades dieron origen a una serie de prácticas y tesis de grado que no solamente fueron útiles a la propia empresa sino que, además, contribuyeron a despertar en las universidades interés por la investigación científica y aplicada de esta disciplina. Las universidades que estuvieron involucradas en estas actividades, y continúan siéndolo son, entre otras, la Universidad de Chile y la Universidad de Atacama.

e) El estímulo a la investigación aplicada

En 1985, como parte del programa nacional de asistencia técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se inició un proyecto denominado “Desarrollo de procesos biológicos y su aplicación industrial en la lixiviación bacteriana del cobre de minerales chilenos”. Este proyecto, propuesto por un grupo de instituciones universitarias, tecnológicas y productivas del país, se desarrolló en dos fases y terminó a fines de 1990. Uno de los factores que se tuvo a la vista para la aprobación del proyecto por parte del PNUD y del gobierno chileno fue el reconocimiento del alto grado de desarrollo empírico que había alcanzado la lixiviación bacteriana en el país.

Como resultado de la primera fase de este proyecto se logró “el desarrollo de un grupo interdisciplinario nacional, con conocimientos en los aspectos de la lixiviación del cobre igual o mejor que cualquier otro existente en la comunidad científico tecnológica internacional”². Chile se colocó en una posición de liderazgo mundial en los conocimientos básicos sobre estos microorganismos y su utilización en la hidrometalurgia extractiva. Además, esta fase del proyecto tuvo el mérito de lograr, por primera vez en un proyecto de esta naturaleza y envergadura, la integración de equipos de investigación básica y aplicada, con investigadores tecnológicos y profesionales que se desempeñaban en las empresas productivas.

En la segunda fase del proyecto las instituciones ejecutoras fueron Intec-Chile, CIMM, Universidad de Chile, Universidad Católica de Chile, la Universidad Católica de Valparaíso y Codelco-Chile. Además de consolidar el liderazgo del grupo de investigación en biohidrometalurgia, el objetivo de esta fase consistía en proyectar el conocimiento adquirido a la resolución de los problemas prácticos inherentes a la aplicación industrial de la lixiviación bacteriana. Entre los principales resultados del proyecto está, en primer lugar, el monitoreo y manejo exterior del proceso de lixiviación *in situ* en la mina El Teniente, lo que se tradujo en un aumento de la eficiencia económica del sistema. En segundo lugar, se entrenó un importante número de personas, entre estudiantes universitarios y técnicos, en las

nuevas disciplinas y se colocó en un buen nivel, comparado con el promedio internacional, la capacidad de infraestructura física y experimental de las instituciones involucradas.

5. ESTRATEGIAS EMPRESARIALES Y LA EVOLUCIÓN DE LA AGLOMERACIÓN, 1980-1999

Las empresas mineras de la aglomeración respondieron de distinta manera a la oferta tecnológica de SMP. En el presente apartado se trata de explicar estos comportamientos a la luz de la evolución de la aglomeración, del cambio del ambiente económico e institucional y de la propia estrategia empresarial de Sociedad Minera Pudahuel en los últimos 20 años. El punto de partida de este análisis es el año 1981, cuando SMP creó el Departamento de Investigación y Desarrollo. Además, se ha subdividido el período 1981-1999, eligiendo como hitos 1987 y 1995, años en que SMP reorientó los esfuerzos de comercialización de su tecnología y *know-how*.

2. PNUD (1988), pág. 2, cita textual de la evaluación hecha por la última misión extranjera del proyecto.

El ambiente económico entre 1981 y 1986 estuvo marcado por la depresión de los precios del cobre en el mercado mundial. Esta situación constituyó una de las causas de la crisis económica y financiera que se desató en 1982, afectando a numerosas empresas y grupos económicos. Los bancos intervinieron un gran número de empresas con el objeto de evitar su quiebra. Esta intervención afectó también a SMP, causando trastornos en sus planes de desarrollo empresarial, y restringiendo en particular severamente sus actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Por otra parte, la adopción de normas orientadas a regular las actividades de exploración y explotación minera y a garantizar los derechos de los inversionistas, dieron un fuerte impulso al desarrollo posterior de la minería privada de cobre.

La estrategia empresarial de SMP incluyó la adquisición de nuevos yacimientos y minas de cobre con aptitudes para aplicar el proceso de lixiviación en pilas TL. Además, se desplegó un importante esfuerzo para promover la venta de la nueva tecnología y para hacer frente a las acciones de algunas empresas mineras que cuestionaron la validez de la patente de invención y el derecho de SMP a la percepción de un *royalty* por su uso. Codelco, por ejemplo, adujo que tenía una patente propia y negoció con SMP y H&N un acuerdo de renunciar a demandas judiciales entre estas tres empresas por el uso de la tecnología. Por otra parte, el grupo minero Gordo adoptó la tecnología sin pagar *royalties* y se tuvo que recurrir a un proceso judicial. La Empresa Nacional de Minería (Enami), que procesaba una buena parte los de minerales de cobre provenientes de la pequeña y mediana minería, no adoptó el nuevo proceso de lixiviación en pilas TL - SX - EW en forma integral.

Varios factores pueden explicar por qué en esta época no hubo aplicaciones comerciales del proceso completo en la minería chilena. En primer lugar están algunos factores tecnológicos. Por ejemplo, al principio el proceso funcionaba en Lo Aguirre en base de óxidos de cobre y en el país no eran muchos los yacimientos con estas características. En segundo lugar, eran pocas las empresas mineras medianas con reservas suficientes para justificar la elevada inversión, máxime que la coyuntura económica no era favorable. En tercer lugar, en cuanto a Enami en particular, la introducción del proceso integral habría significado una completa reconversión industrial. Por último, existía aparentemente entre los operadores de la minería local un cierto grado de desconfianza hacia un proceso de características tan poco convencionales como ser un proceso asistido por microorganismos. No obstante estos obstáculos, en esa época se incubaron algunos proyectos importantes de lixiviación en pilas TL - SX - EW que iban a fructificar en el período siguiente.

En 1987 el precio del cobre en el mercado mundial se recuperó y prácticamente durante todo el período 1987-1994 se mantuvo en un alto nivel. Al inicio del período, la economía nacional ya estaba en plena recuperación dando comienzo a un ciclo de crecimiento sostenido. La mayoría de las

empresas había podido solucionar los problemas financieros que los afectaron como consecuencia de la recesión de los

años 1982/1984. A partir del año 1990, la inversión extranjera directa aumentó sostenidamente. En 1991 se promulgó una nueva Ley de Propiedad Industrial y Marcas Comerciales que reforzó bastante la regulación vigente sobre las patentes de invención. Por último, en el período bajo consideración, la protección del medio ambiente alcanzó a ser una nueva variable en el desarrollo de los proyectos mineros y metalúrgicos. Además, se adoptaron diversas medidas orientadas al control de la contaminación provocada por la operación de las plantas mineras y metalúrgicas, entre ellas en particular las fundiciones de cobre.

En este período se produjeron una serie de acontecimientos que serían altamente significativos para la consolidación de la aglomeración en torno a la minería. La minería privada comenzó a jugar un creciente papel, destinando importantes recursos a actividades de exploración, estudios, operaciones piloto e inversión productiva. Como resultado, elevó su participación en la producción de cobre fino del país desde aproximadamente el 20% al comienzo del período considerado a más de 50% en 1995³. La inversión extranjera directa materializada en la minería del cobre aumentó desde 63.5 millones de dólares en 1985 a 544 millones de dólares en 1990 y alcanzó 1.343 millones de dólares en 1995⁴. Los capitales privados nacionales tuvieron creciente participación, especialmente bajo forma de *joint ventures* con empresas transnacionales. Además se crearon las condiciones legales para una asociación de Codelco con capitales privados en proyectos nuevos. Como consecuencia, en 1994, Codelco se asoció con Cyprus Minerals Inc. para explotar el yacimiento El Abra. Por último, como parte de un esfuerzo de las autoridades de impulsar una mayor vinculación entre los centros tecnológicos y el sector productivo se estableció el proyecto del PNUD sobre la aplicación de microorganismos en los procesos de beneficio de minerales de cobre.

La tendencia de la minería chilena hacia un mayor grado de maduración en el período considerado, debe haber facilitado bastante la comercialización de la tecnología de lixiviación en pilas TL de SMP. Se incorporaron nuevas empresas mineras de tamaño mediano y grande. Además de aportar capitales, mercado, tecnología y experiencia de gestión relacionada con el desarrollo de grandes proyectos mineros, la entrada en escena de las grandes empresas mineras transnacionales pudo haber influido positivamente en afianzar en la aglomeración una cultura para la adquisición de tecnología no incorporada en maquinaria y equipo, y en general una actitud de respeto hacia la propiedad industrial. Además, debido a su inserción en la aglomeración nacional, en las nuevas empresas mineras pudo haberse formado rápidamente una conciencia de la potencialidad de la nueva tecnología. Frecuentemente había entre los ingenieros y expertos chilenos que fueron contratados para el desarrollo de

³. Aldunate, Rafael (1997), pág. 76.

⁴. Los datos se refieren al flujo anual de IED.

los proyectos, algunos que tenían un conocimiento de primera mano relativo a la nueva tecnología o contactos para formarse un juicio al respecto. Esto lo ilustran las palabras de una de las personas entrevistadas en el curso del presente trabajo: “Chile es un país pequeño donde todo el mundo que trabaja en un tema se conoce”.

En el período 1995-1999 continuaron las tendencias del período anterior en orden al fortalecimiento de la minería del cobre. En 1999 el sector privado alcanzó a representar el 63,1% de la producción total de cobre fino del país mientras en 1995 su participación había alcanzado sólo el 53,2%. Esta tendencia se manifestó en circunstancias de un crecimiento sostenido de la producción de cobre del país que alcanzó 4.380.000 toneladas en 1999. La inversión extranjera jugó nuevamente un importante papel en el desarrollo minero de este quinquenio. Además, con el desarrollo del megaproyecto Los Pelambres por parte del grupo Luksic, surgió la primera empresa minera de tamaño mayor y de capital nacional privado.

En el curso del año 1996, después de prolongados contactos comerciales con las empresas que impulsaban proyectos de desarrollo minero en el país, el directorio de SMP Tecnología llegó al convencimiento de que no existía entre estas empresas una predisposición favorable a financiar alguno de los proyectos de investigación y desarrollo que SMP Tecnología tenía en cartera. En cuanto a servicios tecnológicos, en particular estudios preliminares, pruebas en plantas piloto y diseño de proceso, resultó que los gestores de los proyectos mineros preferían recurrir a consultores y firmas de ingeniería independientes y además a sus propias capacidades de investigación y desarrollo, como parte de una estrategia de asimilar una nueva tecnología que ya estaba en el dominio público. Por tanto, el directorio tomó la decisión de poner término a las actividades de I y D de SMP Tecnología. En cambio se trataría de comercializar el *know-how* que se había acumulado anteriormente en relación con diversos nuevos procesos hidrometalúrgicos. Esta decisión produjo la disolución del grupo de I y D y el retiro de los investigadores de SMP Tecnología.

6. CONCLUSIONES

La lixiviación en pilas por capas delgadas o TL fue un desarrollo tecnológico endógeno de Sociedad Minera Pudahuel (SMP). Si bien tuvo su origen en un concepto patentado en EE.UU. en la segunda mitad de los años setenta, fue perfeccionado por esta compañía a partir de su definición original en el ámbito de laboratorio, hasta ser llevado a una aplicación industrial en 1980. Estos perfeccionamientos dieron también lugar a una patente de invención, registrada primero en Chile y después en algunos otros países. Además, SMP desarrolló la tecnología de lixiviación bacteriana en pilas por capas delgadas o BTL.

La puesta a punto de la lixiviación en pilas TL y su combinación con los procesos de extracción por solventes y electro-obtención de cátodos fue una respuesta al desafío que enfrentó SMP para explotar económicamente el yacimiento Lo Aguirre. Por sus condiciones mineralógicas y medioambientales, esta explotación fue considerada en principio difícil de lograr con las tecnologías convencionales de la época. Al darse cuenta de la potencialidad que presentaban para la minería del cobre de Chile y el mundo las nuevas tecnologías, SMP impulsó decididamente una política para su comercialización. Sin embargo, sólo a partir de fines de los años ochenta se logró un licenciamiento de la patente y transferencias sustantivas de tecnología. Paralelamente SMP realizó una intensa promoción de su tecnología mediante estudios de laboratorio y en plantas piloto con base en muestras de minerales provenientes de yacimientos en Chile y en algunos casos incluso del exterior.

Aunque la lixiviación en pilas TL era un desarrollo endógeno de SMP, hubo diversos aportes importantes de la aglomeración productiva. Posiblemente el más significativo entre ellos haya sido la disponibilidad de recursos humanos especializados y la información acerca de las nuevas tecnologías de hidrometalurgia que habían sido desarrollados en EE.UU. En la generación de este acervo tecnológico, Intec-Chile cumplió un papel importante. La orientación que imprimieron diversos expertos en el marco de acuerdos de cooperación técnica internacional a los trabajos de esta institución fue también un factor decisivo.

A partir de fines de los años ochenta, los diversos procesos de lixiviación en pila se difundieron en forma amplia y preferente en la minería cuprífera de Chile. Así, entre 1991 y 1998, el 44% del aumento de la producción anual chilena de cobre de mina correspondió a cátodos producidos por el proceso de lixiviación en pilas TL, extracción por solventes y electro-obtención. En este período, el aumento de la producción anual chilena de cátodos por el proceso TL - SX - EW igualó el 33% del aumento de la producción anual del mundo occidental de cobre de mina. Esta difusión tecnológica fue uno de los factores significativos del fortalecimiento de la competitividad internacional de la minería cuprífera chilena. Sin duda, otro factor no menos importante fue la transparencia y estabilidad del marco normativo y regulatorio de la actividad minera que motivó el ingreso masivo de capitales

privados extranjeros y nacionales al sector minero. El proceso TL - SX - EW se aplicó en gran parte a nuevos proyectos mineros y sólo rara vez a proyectos de reconversión minera. Por tanto, una de las condiciones de su amplia difusión en la minería chilena fue ciertamente el gran desarrollo que experimentó la minería cuprífera del país desde fines de los años ochenta.

Otros efectos menos espectaculares pero igualmente significativos que produjo el desarrollo tecnológico de SMP en la aglomeración productiva fueron el surgimiento de servicios especializados de consultoría e ingeniería, el desarrollo de nueva maquinaria minera y materiales y ciertamente también el estímulo –aunque haya sido tal vez principalmente por efecto demostración–, de la investigación científica y tecnológica y de la docencia en campos como la hidrometalurgia y biotecnología. Los

servicios de consultoría e ingeniería se formaron sea como organizaciones nuevas, como unidades de firmas nacionales o internacionales radicadas en el país, o incluso como dependencias de los centros tecnológicos. Estos servicios fueron creados para atender demandas de proyectos de desarrollo minero en el campo de ingeniería de proceso, básica y de detalle, así como en el área de construcción y pruebas en instalaciones piloto. Los mismos eran, en parte, complementarios y, en parte también, competitivos a los servicios ofrecidos por SMP. Como numerosos profesionales de estos nuevos servicios habían trabajado en SMP, puede suponerse que, en buena parte, la transferencia del conocimiento tecnológico se materializó a través de la movilidad de las personas involucradas.

En el campo de la maquinaria y los materiales, la innovación de SMP impulsó interesantes desarrollos que a veces incluso trascendieron la aplicación en las plantas hidrometalúrgicas. Ejemplos constituyen apiladoras de mineral, maquinaria para el manipuleo de cátodos, rectificadores de corriente, materiales de revestimiento de estanques, y sistemas de riego y drenajes. Estos desarrollos en diseño, fabricación de prototipos e instalaciones diseñadas *ad-hoc* se hicieron posibles gracias a los contratos de suministros y documentación técnica que en un principio SMP y luego también otras empresas mineras entregaron a la industria local. El desarrollo tecnológico de SMP estimuló también las actividades de investigación y desarrollo, en particular en el campo de la hidrometalurgia y biotecnología, en el país. En el marco de sus proyectos, la compañía subcontrató trabajos de investigación a diversos institutos tecnológicos y laboratorios universitarios. Sin embargo, el estímulo más importante provino del efecto demostración de que en un país en desarrollo era posible llevar adelante investigaciones de avanzada y lograr innovaciones industriales importantes.

Cuadro V-3

**CHILE: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE CÁTODOS DE COBRE EN PLANTAS
DE LIXIVIACIÓN- SX - EW POR AÑO DE PUESTA EN MARCHA,
TIPO DE PROCESO Y FUENTE TECNOLÓGICA, 1991-2000
(En toneladas por año)**

Año de puesta en marcha	Proyecto	Lixiviación en pilas TL		Otros procesos de lixiviación	Total
		Con transferencia de tecnología de SMP	Sin transferencia de tecnología de SMP		
1992	Lince	23.000			23.000
1993	Cerro Colorado	45.000			45.000
	El Soldado	4.000			4.000
1994	Biocobre		7.000		7.000
	El Salvador	12.500			12.500
	Iván-Zar		10.000		10.000
	Quebrada Blanca	75.000			75.000
1995	Chuquicamata LGS			12.500	12.500
	El Salvador – expansión		12.500		12.500
	La Escondida – Coloso			80.000	80.000
	Lince – expansión		27.000		27.000
	Monteverde	42.500			42.500
	Santa Bárbara		33.000		33.000
	Zaldívar	125.000			125.000
SUBTOTAL 1991-1995		327.000	89.500	92.500	509.000
1996	Andacollo		20.000		20.000
	Cerro Colorado – exp.		15.000		15.000
	Santa Bárbara – exp.		33.000		33.000
	El Soldado – expansión	3.000			3.000
1997	El Abra		225.000		225.000
	Radomiro Tomic		150.000		150.000
1998	Cerro Colorado – exp.		40.000		40.000
	Collahuasi		50.000		50.000
	Lomas Bayas		60.000		60.000
1999	La Escondida		125.000		125.000
	Santa Bárbara – exp.		12.000		12.000
2000	Radomiro Tomic – exp.		100.000		100.000
	Leonor Tesoro		60.000		60.000
SUBTOTAL 1996-2000		3.000	890.000	0	893.000
TOTAL 1991-2000		330.000	979.500	92.500	1.402.000

Fuente: elaborado con base en Estaban M. Domic (1998).

Cuadro V-4
CHILE: AUMENTOS DE PRODUCCIÓN DE CÁTODOS DE COBRE POR DISTINTOS
PROCESOS SX - LX - EW Y PROCEDENCIA, 1990-1995
En miles de toneladas

Proyecto	Lixiviación en pilas TL		Otros procesos de lixiviación	Total
	Con asistencia de SMP	Sin asistencia de SMP		
Biocobre - Punta del Cobre		6,9		6,9
Cerro Colorado	36,4			36,4
Chuquicamata DL + VL			16,9	16,9
Chuquicamata LGS			14,6	14,6
El Salvador	12,3			12,3
El Salvador - expansión		0,0		0,0
El Soldado	5,1			5,1
El Teniente			3,6	3,6
Iván-Zar		8,8		8,8
La Escondida - Coloso			28,1	28,1
Lo Aguirre	0,0			0,0
Lince	23,0			23,0
Lince - expansión		24,4		24,4
Mantoverde	0,6			0,6
Quebrada Blanca	46,4			46,4
Santa Bárbara - Mantos Blancos		2,6		2,6
Zadivar	22,4			22,4
TOTAL	146,2	42,7	63,2	252,1

Fuente: elaborado con base en datos proporcionados por la Dirección de Estudios Comisión Chilena del Cobre.

Cuadro V-5

CHILE: AUMENTOS DE PRODUCCIÓN DE CÁTODOS DE COBRE POR DISTINTOS PROCESOS SX - LX - EW Y PROCEDENCIA, 1995-1998
EN MILES DE TONELADAS

Cuadro V-5
CHILE: AUMENTOS DE PRODUCCIÓN DE CÁTODOS DE COBRE POR DISTINTOS PROCESOS
SX - LX - EW Y PROCEDENCIA, 1995-1998. EN MILES DE TONELADAS

Proyectos en producción hasta 1995	Producción 1995				Producción 1998				Aumento producción 1995-1998			
	1	2	3	t	1	2	3	t	1	2	3	t
Blacobre - Punta del Cobre		6,9		6,9		7,9		7,9		1,0		1,0
Cerro Colorado	36,4			36,4	45,0			45,0	8,6			8,6
Chuquibambilla DL + VL			120,9	120,9			142,4	142,4			21,5	21,5
Chuquibambilla LGS			14,6	14,6			15,0	15,0			0,4	0,4
El Salvador	12,3			12,3	12,5			12,5	0,2			0,2
El Soldado	5,1			5,1	5,1			5,1	0,0			0,0
El Teniente			3,6	3,6			4,9	4,9			1,3	1,3
Iván-Zar		8,8		8,8		9,4		9,4		0,6		0,6
La Escondida - Coloso			28,1	28,1				0,0			-28,1	28,1
Lince	23,0			23,0	23,0			23,0	0,0			0,0
Lince - expansión		24,4		24,4		28,1		28,1		3,7		3,7
Lo Aguirre	14,4			14,4	14,2			14,2	-0,2			-0,2
Maniobre	0,6			0,6	48,0			48,0	47,4			47,4
Quebrada Blanca	46,4			46,4	71,1			71,1	24,7			24,7
Santa Bárbara - Mantos Blancos		2,6		2,6		33,0		33,0		30,4		30,4
Zaldívar	22,4			22,4	131,5			131,5	109,1			109,1
Subtotal	180,6	42,7	167,2	370,5	350,4	78,4	162,3	591,1	189,8	35,7	-4,9	220,6

(Continúa)

(Continuación) Cuadro V-5)

Proyectos en producción después de 1995	Producción 1995				Producción 1998				Aumento producción 1995-1998			
	1	2	3	t	1	2	3	t	1	2	3	t
Andacollo						21,4		21,4		21,4		21,4
Cerro Colorado – expansión						30,0		30,0		30,0		30,0
Collahuasi						19,0		19,0		19,0		19,0
Dos Amigos-Cia. Explot. de Minas						7,5		7,5		7,5		7,5
El Abra						198,7		198,7		198,7		198,7
El Salvador – expansión						8,1		8,1		8,1		8,1
El Soldado – expansión					7,1			7,1	7,1			7,1
La Escondida – Lix. TL						29,0		29,0		29,0		29,0
Lomas Bayas						19,3		19,3		19,3		19,3
Radomiro Tomic						161,9		161,9		161,9		161,9
Santa Bárbara – expansión						15,0		15,0		15,0		15,0
Subtotal	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	509,9	0,0	517,0	7,1	509,9	0,0	517,0
TOTAL	160,6	42,7	167,2	370,5	357,5	588,3	162,3	1.108,1	196,9	545,6	-4,9	737,6

Fuente: elaborado con base en datos proporcionados por la Dirección de Estudios Comisión Chilena del Cobre.

1: Lixiviación TL con asistencia de SMP

2: Lixiviación TL sin asistencia de SMP

3: Otros procesos de lixiviación

t: total

Cuadro V-6

PRODUCCIÓN DE COBRE DE MINA VÍA CONCENTRADOS Y LIXIVIACIÓN
EN CHILE Y EL MUNDO OCCIDENTAL, 1990, 1995 Y 1998

Producción de cobre de mina	Producción en el año			Aumento en el período	
	1990	1995	1998	91-95	96-98 91-98
En miles de toneladas					
Mundo occidental:					
Cobre de concentrados	6.666	7.178	8.157	512	979 1.491
Cátodos de LX - SX - EW	708	1.090	2.012	382	922 1.304
TOTAL	7.374	8.268	10.169	894	1.901 2.795
Chile:					
Cobre de concentrados	1.462	2.111	2.579	649	468 1.117
Cátodos de lixiviación en pilas TL - SX - EW	14	203	946	189	743 932
Cátodos otros procesos LX - SX - EW	109	170	162	61	-8 53
Total cátodos de LX - SX - EW	123	373	1.108	250	735 985
TOTAL	1.585	2.484	3.687	899	1.203 2.102
Porcentaje					
Participación de la producción mundial de cátodos LX-SX-EW en la producción mundial total de cobre de mina	9,6	13,2	19,8	42,7	48,5 46,7
Participación de Chile en la producción del mundo occidental					
Producción total de cobre de Chile/Producción mundial total de cobre	21,5	30,0	36,3	100,6	63,3 75,2
Producción total LX-SX-EW de Chile/Producción mundial total de cobre	1,7	4,5	10,9	28,0	38,7 35,2
Producción total Lixiv. TL-SX-EW de Chile/Producción mundial total de cobre	0,2	2,5	9,3	21,1	39,1 33,3
Producción total Lixiv. TL-SX-EW de Chile/Producción mundial SX-LX-EW	2,0	18,6	47,0	49,5	80,6 71,5

Fuente: elaborado con base en datos proporcionados por la Dirección de Estudios Comisión Chilena del Cobre.

Gráfico V-1 TECNOLOGÍAS VIGENTES 1970

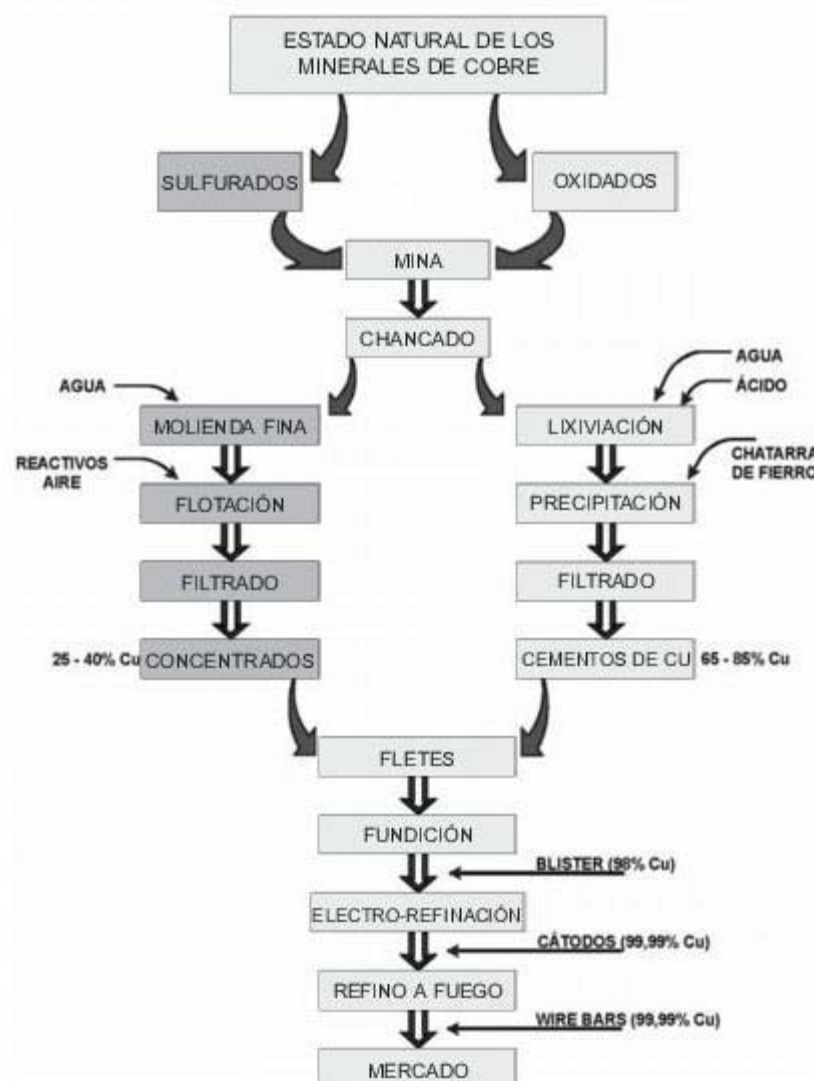
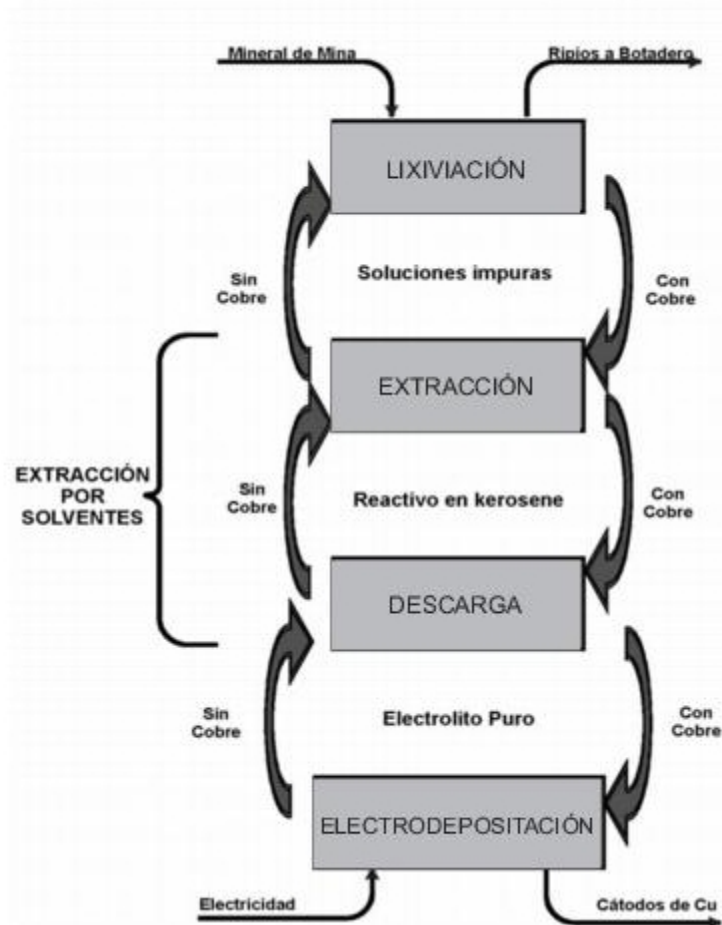


Gráfico V-2
NUEVA TECNOLOGÍA EXTRACCIÓN POR SOLVENTES



Página intencionalmente en blanco.

Capítulo VI **LAS AGLOMERACIONES MINERAS EN PERÚ**

Juana R. Kuramoto

En el último decenio se ha dado una recuperación de la inversión minera a nivel mundial. América Latina ha sido una de las regiones más beneficiadas por esta nueva ola de inversiones, principalmente por la riqueza de sus recursos mineros, así como por las condiciones favorables que los gobiernos de la región brindan a las grandes empresas transnacionales.

Perú se ha visto favorecido por esta tendencia y ha recibido más de US\$ 2.088 millones de inversión directa entre 1990 y 1997. La entrada de nuevos capitales ha significado la modernización de la gran minería. Por un lado, los yacimientos ya explotados han sido ampliados y sus equipos han sido remplazados por otros de mayor capacidad y con tecnologías más limpias. Por otro lado, yacimientos largamente conocidos han entrado en operación y contribuido largamente a elevar la producción minera. Proyectos como Yanacocha han contribuido a convertir al oro como el principal producto de exportación.

Esta dinámica también ha influenciado en la modernización de otras actividades productivas. Algunas empresas de ingeniería y de metalmeccánica nacional se han asociado con empresas extranjeras para adquirir nuevas tecnologías y *know-how*. Esto ha generado que algunas de estas empresas puedan ingresar al mercado internacional, ofreciendo nuevas líneas de producción.

Todo lo anterior pone nuevamente a la minería como uno de los motores de la economía peruana y presenta interrogantes acerca de cómo propiciar un desarrollo sostenido a través de ella. Alrededor de la actividad minera se aglomeran una serie de actividades como la venta de equipos, insumos y servicios mineros así como la venta de productos minerales y metálicos que contribuyen a difundir el impacto económico de la minería y a la diversificación de la economía. La dinámica de estas aglomeraciones o *clusters* determina las perspectivas tanto de la competitividad de la propia minería como del desarrollo sustentable en este país minero.

1. HISTORIA DE LAS AGLOMERACIONES MINERAS EN EL PERÚ

En Perú se explota toda una gama de minerales, principalmente metálicos. En 1995, Perú fue el segundo productor mundial de plata, el tercero en estaño, el cuarto en zinc y plomo, el sexto en cobre y el décimo segundo en oro¹. La actividad minera se realiza en casi todos los departamentos del país, extrayendo toda una amplia gama de productos mineros. Se pueden identificar seis regiones mineras en Perú (cuadro VI-1).

Cuadro VI-1
PRINCIPALES REGIONES MINERAS EN PERÚ

Región	Yacimientos
1. Cajamarca y La Libertad	Oro, cobre, polimetálicos (zinc, plomo y cobre)
2. Ancash y Huánuco	Oro, polimetálicos, no metálicos
3. Lima, Pasco y Junín	Polimetálicos
4. Huancaavelica, Ayacucho y Apurímac	Plata y cobre
5. Ica, Moquegua y Tacna	Cobre y hierro
6. Arequipa, Puno, Cuzco y Madre de Dios	Cobre, hierro y oro

Nota: Elaboración propia con base en Samamé (1974).

Las empresas mineras se agrupan en tres estratos. La pequeña minería agrupa a aquellas empresas cuya producción es menor a 350 tm diarias y explotan mayormente yacimientos de oro y polimetálicos. La mediana minería engloba a empresas cuya producción es mayor a 350 tm y menor a 5.000 tm diarias. También explotan yacimientos de oro y polimetálicos y, al igual que las empresas del estrato pequeño, usan métodos de explotación subterráneos y producen concentrados. Las empresas de la gran minería producen niveles mayores a 5.000 tm diarias. Explotan sus depósitos con la modalidad de tajo abierto y obtienen minerales de cobre, hierro, recientemente oro y, en un futuro próximo, zinc. Estas empresas producen concentrados y metales refinados y son mayoritariamente de propiedad extranjera.

La mayor parte de la producción minera del país es exportada debido a los bajos niveles de consumo de metales básicos en el país. Casi la totalidad de la producción de cobre, plomo y zinc es exportada, ya que el consumo de estos metales está asociado con el nivel de industrialización de los países. Perú, al presentar una incipiente industrialización, consume proporciones bajas con respecto a la producción. Aunque en los casos de la plata y el oro el consumo nacional es mayor, los aumentos

de producción en ambos metales también están originando un crecimiento sostenido de sus exportaciones. Sin embargo, esta tendencia está cambiando en el caso del oro,

¹. Sociedad Nacional de Minería y Petróleo, 1996.

debido a que se están explotando grandes yacimientos que convierten al país en uno de los principales exportadores del metal dorado.

Tres características de la minería peruana –su ubicación geográfica, su organización industrial y su fuerte articulación con los mercados internacionales–, han definido en buena medida la conformación de aglomeraciones mineras en Perú. A pesar de que el cuadro muestra que se pueden explotar minerales en casi todo el territorio nacional, durante los inicios de la época republicana hubo una preferencia por la explotación de los yacimientos polimetálicos de la Sierra Central. Es en esta región donde se concentraron las minas controladas por capitales nacionales y, posteriormente, donde se localizó un importante influjo de capital extranjero en el sector. Como se verá, yacimientos en las regiones sur y de la Sierra norte del país han atraído a inversionistas extranjeros en diferentes épocas.

En segundo lugar, la organización industrial de la minería también ha contribuido a definir la conformación de aglomeraciones mineras. El desarrollo inicial de empresas medianas y pequeñas y su concentración en la Sierra Central propiciaron la construcción de plantas de tratamiento de mineral en dicha región, lo cual incentivó la apertura de nuevas minas en la zona. Por su parte, las empresas de gran minería que explotan megadepósitos mineros son autosuficientes en el sentido que construyen sus propias plantas de tratamiento e incluso de refinación. Como se verá, a excepción de Cerro de Pasco Corp., estas empresas no han atraído a otras empresas mineras en las zonas en que operan².

En tercer lugar, la fuerte articulación de la minería con los mercados externos junto con una división internacional del trabajo claramente definida, en la cual los centros de procesamiento de minerales y de fabricación de productos metálicos se localizan cerca de los centros de consumo, también definieron la ubicación de la minería peruana en la cadena global de producción de minerales. Es así que la participación de las empresas mineras peruanas en los segmentos de menor valor agregado de la cadena de producción minera, limita en cierto grado el mejoramiento de sus ventajas competitivas³.

Si bien es cierto que los tres factores anteriores han sido cruciales en la conformación de las aglomeraciones mineras en Perú, su influencia debe analizarse a la luz de

². Quizás la principal razón para esta no atracción de otras empresas es la percepción de un alto riesgo político por parte de los inversionistas extranjeros. Al parecer, este riesgo estaría disminuyendo en los últimos 5 años ya que se están desarrollando grandes proyectos mineros, especialmente de oro, en la zona la Sierra Norte –i.e. región 1 del Cuadro 1.

³. Si se acepta que las aglomeraciones productivas o *clusters* exitosos tienen como característica el mejoramiento de sus ventajas competitivas, basados principalmente en una continua innovación; la especialización en los segmentos de menor agregado presenta menos oportunidades para la creación de las mismas. Un caso excepcional es el de la minería norteamericana quienes a base de cambios tecnológicos en la fase de explotación han logrado mantener la competitividad de sus yacimientos.

los grandes cambios o *shocks* que la industria ha tenido que enfrentar. Sólo así se podrá apreciar la evolución de estas aglomeraciones y entender su actual configuración. Para ello, se pueden distinguir cuatro períodos importantes en la minería peruana moderna. El primer período que cubre desde principios de siglo hasta 1950, años en que se forma la aglomeración productiva del centro. El segundo período que va desde 1950 hasta mediados de los setenta, en el cual entran en funcionamiento los primeros grandes proyectos mineros del sur y se descentraliza la minería nacional. El tercer período que se inicia en 1974 y termina en 1990, años en los cuales el Estado toma un papel activo en la explotación de minerales y se dan importantes cambios en la organización de la minería en el país. Finalmente, el período comprendido a partir de los años noventa hasta la actualidad, caracterizado por el resurgimiento de la inversión extranjera en minería.

a) Principios de siglo a 1950

Hacia finales del siglo pasado, la minería peruana había alcanzado un alto nivel técnico dados los estándares vigentes. Los empresarios mineros peruanos, representados en la Sociedad Nacional de Minería⁴ se habían caracterizado por su interés en utilizar y adaptar nuevas tecnologías⁵. Asimismo, había un creciente número de ingenieros mineros peruanos entrenados en la Escuela de Minas establecida en 1876, que contribuyeron a la mejora de la exploración y prospección minera. Durante esta época, la minería se concentraba en la explotación de plata y, en menor medida, de oro. La producción de minerales se exportaba, aunque en el caso de la plata este metal también se utilizaba para acuñar monedas. Las empresas mineras eran mayormente de propiedad nacional y de algunos inversionistas privados extranjeros⁶. Por esta época, el cobre se vuelve un metal atractivo para exportación, debido a su gran demanda externa. Las empresas mineras empiezan a explotar este metal que usualmente está asociado a los minerales de plata. Es así, que las operaciones mineras se empiezan a concentrar en la Sierra Central –i.e. Cerro de Pasco y Junín–, aunque también se explotaban yacimientos –principalmente de plata y oro– en la Sierra Norte y Sur.

La concentración de operaciones mineras en la Sierra Central induce a la construcción de fundiciones de cobre en la zona. Aparentemente, había una incipiente industria de bienes de capital que satisfacía las necesidades de las empresas mineras. Thorp y Bertram (1975) reportan que la industria de bienes de capital, ubicada en

4. La Sociedad Nacional de Minería se funda oficialmente en 1896.

5. Thorp y Bertram (1978) reportan que ya en 1816 se habían instalado unos motores a vapor para bombear el agua en las minas de Cerro de Pasco.

6. Es decir, inversionistas individuales que no representaban los intereses de empresas extranjeras.

Lima, proveía de los hornos necesarios para la producción de *matte* de cobre⁷. Asimismo, la construcción del ferrocarril central se extendió hasta Morococha para facilitar el transporte del mineral.

La riqueza de estos yacimientos atrae la atención de inversionistas extranjeros y se produce un proceso de desnacionalización de la minería peruana. En 1901, se da la entrada de la Cerro de Pasco Corporation –empresa norteamericana que adquirió alrededor del 80% de las minas de la zona. La entrada de esta empresa significó un aumento de inversión considerable, que hizo posible la construcción de la infraestructura necesaria para permitir el crecimiento de la minería en esa región así como la construcción de un complejo minero. Asimismo, inversionistas extranjeros empezaron a operar en otras zonas como en Quiruvilca en la Sierra Norte (Northern Peru Mining).

Según Thorp y Bertram (1978), la desnacionalización de la minería peruana se da por una mayor valoración de los yacimientos peruanos por parte de los extranjeros. Aunque existieron algunos grupos nacionales que siguieron invirtiendo en el sector, éstos tuvieron dificultades para mantenerse independientes del capital extranjero. Como resultado, las empresas nacionales empezaron a vender el mineral explotado a la fundición de La Oroya –de propiedad de la Cerro de Pasco– para ser tratado.

A partir de la década de los treinta, se da un nuevo resurgimiento de la minería nacional. Las empresas extranjeras se habían especializado en la producción de cobre, pero los precios de este metal bajaron por una sobreproducción mundial. Los precios de la plata, sin embargo, empezaron a subir nuevamente y el capital nacional empezó a invertir nuevamente en minas de plata. Posteriormente, el aumento de la demanda de otros metales como plomo y zinc, elevaron sus precios y los capitalistas nacionales empezaron a explotar estos minerales⁸.

Ante el resurgimiento de la minería nacional, y la presión que los grupos nacionales ejercieron sobre el Estado, se dan medidas para favorecer el capital nacional. En 1938-9, el Ministerio de Fomento compra una planta concentradora de Alemania y se instala en Castrovirreyna para favorecer a los pequeños mineros de la zona. En 1941, se legisla la creación del Banco Minero que proveería crédito barato, operaría plantas concentradoras y establecería oficinas para analizar y comprar mineral

a empresas pequeñas y medianas. Asimismo, en 1943, se crea el Instituto de Ingenieros de Minas de Perú, concebido como una institución destinada a brindar información técnica a los profesionales de este campo.

⁷. En esa época, el *matte* de cobre contenía alrededor de 40%.

⁸. Es importante señalar que la introducción de la tecnología de flotación permitió que esta vez los inversionistas nacionales pudiesen mantener su autonomía. La flotación produce concentrados de metal que pueden ser exportados directamente; de esta manera, los nacionales no dependían de las instalaciones de la Cerro de Pasco para poder colocar sus minerales en el mercado internacional.

A partir de entonces, se genera una convivencia entre los empresarios mineros nacionales y las empresas extranjeras basada en una especialización. Los empresarios nacionales explotaban yacimientos de oro, plata, plomo y zinc mientras que los extranjeros se especializaban principalmente en cobre. Thorp y Bertram (1978) sugieren que esta especialización ponía límites al desarrollo a largo plazo de los productores nacionales debido a que las empresas extranjeras, especialmente Cerro de Pasco, poseían los denuncios de los yacimientos más ricos.

Por los hechos descritos, en este período se gestó una aglomeración productiva en la zona de la Sierra Central que se articulaba con instituciones –i.e. educativas, gremiales y gubernamentales– y con empresas en Lima. La preponderancia del capital extranjero interrumpió la consolidación de esta aglomeración, especialmente en lo referido a los proveedores mineros, aunque se da una estrecha relación de las empresas mineras nacionales con la empresa extranjera Cerro de Pasco, debido a la aglomeración de las operaciones minera en la Sierra Central y a los servicios de tratamiento de minerales que esta empresa prestaba. Por otro lado, en las demás zonas mineras se generaron aglomeraciones muy débiles como para incentivar la generación de otras aglomeraciones.

b) 1950 a 1970

El resurgimiento de la minería controlada por nacionales siguió hasta los primeros años de la década de los cincuenta sin mayor reacción por las empresas extranjeras. Sin embargo, la promulgación del nuevo Código de Minería de 1950 sentó las bases para el resurgimiento de la dominación del capital extranjero. Según Dore (1988), el nuevo código buscaba atraer el capital extranjero para el desarrollo de proyectos mineros –especialmente de cobre– a tajo abierto⁹, ya que la inversión extranjera se encontraba estancada. El código cambió el sistema impositivo de pago de regalías al pago de impuestos sobre la renta generada con deducciones por depreciación y agotamiento de reservas, así como garantizó la estabilidad tributaria por 25 años. Asimismo, se estableció un acuerdo con Estados Unidos para evitar la doble tributación de las empresas americanas y se dieron deducciones tributarias para el desarrollo de proyectos de alto riesgo o marginales¹⁰.

Bajo este código se desarrollaron el proyecto de cobre de Toquepala, por Southern Peru Copper Corp., y el proyecto de hierro de Marcona, por la Marcona Mining Corp. El proyecto de Toquepala se desarrolló bajo condiciones muy favorables para

⁹. El sistema de minado a tajo abierto permitía la explotación de yacimientos con bajas leyes de mineral –que no serían rentablemente explotados bajo el método de minado subterráneo–, al mismo tiempo que incrementaba en gran medida los niveles de explotación.

¹⁰. Dore, 1988; Thorp y Bertram, 1978.

Southern. Este proyecto se consideró como marginal, con lo cual tuvo una serie de deducciones tributarias que lo hicieron sumamente rentable. Thorp y Bertram (1978) reportan que Toquepala recuperó su inversión en los primeros 5 años de operación y que fue considerada como una de las operaciones más rentables del mundo. Ambos proyectos usaban el método de explotación a tajo abierto y operaban a gran escala. Por su parte, la Cerro de Pasco también invirtió en ampliar sus operaciones y desarrolló Cobriza –un yacimiento de cobre a tajo abierto–, aunque el grueso de su producción continuó proviniendo de la explotación de sus yacimientos subterráneos.

A pesar de la clara orientación liberal de las políticas diseñadas durante la década de los cincuenta, se dio un crecimiento industrial importante. Parte de este proceso estuvo ligado a la diversificación de los grupos exportadores hacia la industria. Además, durante la década pasada se habían dado algunas medidas –como la promulgación de la Ley de Protección Económica e Industrial¹¹ de 1940– que tuvieron un impacto en la generación de nuevas empresas industriales. La crisis de balanza de pagos de 1958 da inicio a la subida de aranceles que, junto con la promulgación de la Ley de Promoción Industrial de 1959, marca el inicio de un proceso de importación por sustitución de importaciones.

Bajo este nuevo panorama, la Cerro de Pasco empezó a invertir en empresas de suministros mineros y procesadoras de minerales y metales. Hacia finales de los sesenta, Cerro de Pasco era propietaria de la Compañía Industrial del Centro (con dos plantas de semifabricados y una planta de ácido sulfúrico en La Oroya) y tenía el 34% de las acciones de la empresa Explosivos S.A. y de su subsidiaria Electroodos Oerlikon S.A. (soldaduras), el 28,54% de Metalúrgica Peruana (fundición de acero), el 42% de Refractarios Peruanos (ladrillos refractarios), el 50% de Fundición de Metales Bera (aleaciones de plomo), y el 49% de Metales Industriales del Perú (productos moldeados)^{12, 13}. De esta manera, se fue consolidando una aglomeración más amplia de agentes relacionados con la minería en la zona central del país¹⁴ que involucraba no solamente a proveedores mineros sino a quienes elaboran productos semifabricados de metales¹⁵.

Por su parte, el dinamismo del capital nacional dio lugar a que participase con Cerro de Pasco en las inversiones anteriores. Por ejemplo, las empresas mineras Bue-

¹¹. Esta ley tuvo como objeto garantizar el abastecimiento al mercado interno, el cual fue afectado por la I Guerra Mundial.

¹². Becker, 1983; Brundenius, 1975; Dore, 1988; Thorp y Bertram, 1978.

¹³. Adicionalmente, la Cerro de Pasco controlaba directa o indirectamente a 100 de las 220 empresas mineras en Perú (Brundenius, 1975).

¹⁴. Aunque la mayoría de estas empresas –especialmente las que no dependen de materias primas locales– se localizaron en Lima, que es el principal centro industrial de Perú.

¹⁵. La creciente urbanización del país contribuyó a que aumentase la demanda de productos metálicos –como alambres de cobre para el alumbrado y las conexiones eléctricas de las viviendas–, así como el establecimiento de la red telefónica nacional.

naventura, Atacocha, Milpo y Río Pallanga, entre otras, también fueron accionistas de la empresa Explosivos S.A. Del mismo modo, en las empresas Metalúrgica Peruana, Refractarios Peruanos y Metales Industriales del Perú, también había intereses mineros locales¹⁶. Asimismo, la demanda estable producida por estas empresas mineras indujo que se empezase a producir bienes de capital simples –especialmente equipos de concentración por flotación¹⁷.

Por otro lado, Marcona y Southern se caracterizaban por su gran propensión a importar altas utilidades y altas tasas de repatriación. En 1965, Southern sólo gastaba 9,5% de sus ventas totales en mano de obra local, 10,3% en pago de impuestos y 5,3% en compras de materiales y servicios locales, lo cual resultaba en un valor retenido en el país de 20,9%¹⁸. En contraposición, durante el período 1959-68, Cerro de Pasco destinaba 21% de sus ingresos brutos –i.e. ventas más otros ingresos– al pago de mano de obra local, 14% al pago de impuestos, 30% a la compra de mineral y al pago de fletes, y 12% a la compra de suministros y servicios locales¹⁹, lo cual daba un valor retenido en el país de 76%²⁰.

Nuevamente, se puede apreciar que la existencia de una aglomeración productiva en torno a la minería en la Sierra Central incentivado por el dinamismo del sector y, en especial, por el de las empresas medianas y pequeñas. En esta oportunidad, la empresa extranjera Cerro de Pasco lideró la formación de esta aglomeración debido a su mayor capacidad de financiamiento y a las relaciones estrechas que mantuvo con otras empresas medianas y pequeñas. Asimismo, la similitud tecnológica de sus operaciones con las demás empresas de mediana minería facilitó su interés en el desarrollo de

esta aglomeración. No ocurrió lo mismo, sin embargo, con las otras dos empresas extranjeras Southern y Marcona. Estas empresas, además de mantenerse como enclaves, eran operaciones intensivas en capital y operaban a gran escala, lo cual impedía que el incipiente sector productor de bienes de capital nacional pudiese suplirle de equipos.

Por su parte, las instituciones relacionadas con el sector como la Sociedad Nacional de Minería y Petróleo y el Instituto de Ingenieros de Minas siguieron desarrollándose. Este último organizó, en 1954, la primera Convención de Ingenieros Mineros. Asimismo, añadieron al aparato institucional, el Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero (1959) y el Colegio de Ingenieros del Perú que contó con un capítulo de Ingenieros Mineros (1962). Posteriormente en 1969, se crea el Ministerio

¹⁶. Becker, 1983.

¹⁷. Thorp y Bertram, 1978.

¹⁸. Thorp y Bertram, 1978.

¹⁹. Este rubro incluye la compra de propiedades, aunque ésta debe haber sido mínima en el período en mención ya que la compra de propiedades se concentró en las primeras décadas del siglo (Thorp y Bertram, 1978).

²⁰. Thorp y Bertram, 1978.

de Energía y Minas en remplazo de la Dirección de Minería del Ministerio de Fomento.

c) 1970 a 1990

Hacia finales de los sesenta, los mercados mineros entraron nuevamente en un período de estancamiento. Esto afectó en el mediano plazo tanto a la inversión nacional como a la extranjera. Ya para los sesenta, los efectos de esta recesión se sintieron en la ausencia de nuevos proyectos mineros. Por un lado, las empresas nacionales fueron afectadas por el colapso de los precios de plomo y zinc. A pesar de la gran actividad del Banco Minero para financiar nuevos proyectos, la inversión en mediana minería disminuyó. Por otro lado, la inversión de las grandes empresas mineras también disminuyó y no se desarrollaron nuevos proyectos. Thorp y Bertram (1978) sugieren que una razón poderosa para este alto en la inversión fue que los inversionistas extranjeros estaban esperando que el gobierno diese condiciones tan favorables como las que brindó a Toquepala. Sin embargo, esto sería inviable ya que se había formado una opinión pública adversa al papel que la minería extranjera cumplía en Perú²¹. Como resultado, no se cristalizaron proyectos como el de Cerro Verde (Anaconda), Quellaveco y Cuajone (Southern), Michiquillay (Asarco), entre otros.

Basados en principios nacionalistas, el gobierno militar²² del general Velasco emprendió una serie de reformas destinadas a transformar la estructura productiva de la economía peruana, así como a disminuir la dependencia extranjera. Hacia 1970, las concesiones no desarrolladas por las empresas extranjeras fueron devueltas al Estado. Se creó la empresa estatal Minero Perú que se encargaría de desarrollarlos. Asimismo, se creó un monopolio para las ventas de mineral y se dictaminó que los grandes proyectos de inversión minera deberían contar con una participación estatal de 25%.

En 1973, la empresa Cerro de Pasco fue nacionalizada y, al año siguiente, lo mismo ocurrió con Marcona. Ambas empresas tuvieron este fin debido a su incapacidad para invertir en nuevas operaciones. Cerro de Pasco se encontraba atada a un complejo minero obsoleto para los estándares de la minería internacional —en la cual los yacimientos eran explotados a tajo abierto, alcanzando grandes niveles de producción—, al mismo tiempo, que le fue imposible preparar un proyecto con la celeridad necesaria para evitar la nacionalización²³. Por su parte, Marcona había dejado de

²¹. Hacia 1967, se habían instalado comisiones en el Congreso para investigar sobre las alegaciones de repatriaciones excesivas de utilidades por parte de Southern Perú y Marcona Mining.

²². En octubre de 1968 se da un golpe militar al gobierno del presidente Belaúnde. Este nuevo gobierno de las Fuerzas Armadas tenía una filosofía nacionalista que derivó en las nacionalizaciones de la Cerro de Pasco Corp. en 1974 y de la Marcona Mining Corp. en 1975.

²³. Becker, 1983.

invertir en su yacimiento debido a los bajos precios del hierro para canalizar sus fondos a la expansión de su flota de transporte y a la inversión en otras operaciones mineras fuera de Perú (Dore, 1988). Ambas nacionalizaciones se dieron mientras Southern Perú aceleraba sus planes para el desarrollo de Cuajone.

Otra de las medidas que dio el gobierno militar fue obligar a la compra de insumos y bienes mineros locales. Bajo el amparo de sucesivos aumentos de aranceles –que alcanzaron niveles máximos durante 1973²⁴– y la promulgación de la Ley General de Industrias de 1970²⁵, esta medida de política fue sumamente exitosa si no se incluye el rubro de bienes ‘mayores’ de capital. Becker (1983) reporta que en 1970, la gran minería compró 37% de sus compras totales en el país y la mediana compró el 66%. Para 1977, estas cifras habían cambiado a 72,5% en la gran minería²⁶ –correspondiendo principalmente a equipo pequeño e insumos por un monto de US \$214.5 millones–, y a 74,8% en la mediana minería –excluyendo bienes de capital, las compras se elevaban a US\$ 67 millones.

En los primeros años de los ochenta, se producía en Perú maquinaria para flotación, molinos, taladros neumáticos y otros equipos similares. Casi todos estos equipos estaban destinados a la mediana y pequeña minería, ya que las empresas extranjeras usaban otro tipo de equipos. Sin embargo, estos estratos mineros no necesariamente representaban un mercado cautivo debido a que la alta rentabilidad de la minería permitía que las empresas de estos estratos importasen los equipos si así lo considerasen conveniente. Por tanto, los proveedores mineros tuvieron una moderada competencia externa (Becker, 1983).

Por otro lado, también se hicieron esfuerzos para incentivar el desarrollo de servicios mineros. Luego de la nacionalización de la Cerro de Pasco, la empresa estatal Centromín Perú creó una empresa consultora (Commsa), cuyo objetivo era brindar servicios de evaluación de proyectos, estudios técnicos y económicos, ingeniería de

²⁴. El arancel promedio *ad valorem* pasó de 11% en 1955 a 83,7% en 1973, mientras que el arancel máximo pasó de 42,3% a 239,2%. Las tasas para productos químicos pasó de 23,7% a 67,3%; Productos de Metal de 7,7% a 42,1% y Maquinarias de 0,8% a 42,1% (Ferrari, 1992).

²⁵. Mediante esta nueva Ley de Industrias, el gobierno militar trató de cambiar la estructura productiva del país. El objetivo fue dar prioridad a la producción de bienes intermedios y de capital. Para ello se dieron una serie de incentivos que exoneraban a estas industrias de impuestos, derechos de importación para maquinarias y equipos nuevos y materias primas esenciales, entre otros. Asimismo, se establecen una serie de incentivos crediticios y se crea la Corporación Financiera de Desarrollo (Cofide), además de incrementar el capital del Banco Industrial. Se estableció el Registro de Manufacturas, que impedía la importación de los bienes que estuviesen inscritos en el mismo. Estas medidas estuvieron complementadas con la mantención de un tipo de cambio subvaluado para facilitar la importación de bienes intermedios y de capital; al mismo tiempo que se daban incentivos a las exportaciones para compensar los efectos negativos de la política cambiaria (Shimabukuru, 1990).

²⁶. Becker (1983) explica que buena parte del cambio hacia compras locales en la gran minería estaba explicado por la compra interna de petróleo como combustible para las fundiciones. El aumento de producción de petróleo en Perú hizo que a partir de 1975 se eliminase la necesidad de importar este combustible. diseño, gerencia de compras, servicios contables y de supervisión general, asesoría en gerencia de operaciones y entrenamiento de personal²⁷.

Es así, que en la década de los setenta y principios de los ochenta, se puede hablar nuevamente de la existencia de una aglomeración principalmente articulado en la mediana y pequeña minería. Por un lado, las medidas dictadas por el gobierno para favorecer un proceso de sustitución de importaciones y, por otro, un período de precios altos de los minerales, contribuyeron a que las empresas invirtieran en nuevos o en la reposición de equipos y contrataran diversos servicios para sus operaciones. En cuanto al aparato institucional, en 1979, se crea el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

(Ingemmet²⁸ para desarrollar tareas de cartografiado geológico, de exploración minera, de investigación y aplicación de técnicas metalúrgicas y de explotación minera.

Las grandes empresas mineras permanecieron relativamente menos articuladas con el sector productivo nacional. Esto se debió principalmente a la característica tecnológica de sus operaciones y a la modalidad de financiamiento. A pesar de que Minero Perú tenía como objetivo eliminar la modalidad de construcción ‘llave en mano’, no fue posible implementar esta política. La principal razón fue que al recurrir a financiamiento externo, los créditos estaban atados a la adquisición de bienes de capital y otros equipos. Sin embargo, en varios casos se trató de internalizar la producción de insumos o partes y algunos servicios. Un ejemplo destacable es Cerro Verde (cobre) que fue una de las primeras empresas en el mundo que explotó óxidos de cobre mediante lixiviación y electrodeposición. Dentro de Cerro Verde se construyó una pequeña planta de ánodos de plomo –necesarios para el proceso de electro-deposición²⁹.

La década de los ochenta se inicia con una serie de desequilibrios macroeconómicos que se evidenciaban en una crisis del sector externo. Después de casi dos décadas de sustitución de importaciones –con escasos resultados en la transformación de la estructura productiva–, se trató de liberalizar la economía. Sin embargo, una coyuntura desfavorable en los precios de los minerales y otros productos de exportación tradicional junto con los desastres naturales ocasionados por el Fenómeno del Niño, llevaron a dar marcha atrás en la política de apertura liberal. Asimismo, la inversión del Estado en industrias básicas –como los minerales– cesó³⁰.

A partir de mediados de los ochenta, el gobierno aprista de Alan García puso en marcha una serie de medidas destinadas a aumentar la demanda interna –i.e. aumento de salarios, congelamiento de precios, fijación del tipo de cambio, aumento de la

²⁷. (Becker, 1983).

²⁸. El Ingemmet nace de la fusión de dos instituciones creadas a principios de los setenta: el Instituto Científico y Tecnológico Minero (Incitemi) y el Instituto de Geología y Minería (Infeomin).

²⁹. Esta planta ha sido desactivada luego de la venta de Cerro Verde a Cyprus Amax.

³⁰. En 1981, se promulga otra Ley Industrial que eliminó la exclusividad del Estado sobre la industria básica. emisión monetaria, etc. El resultado de estas medidas fue la exacerbación del desequilibrio macroeconómico resultando en un proceso hiperinflacionario. El alto nivel de dolarización de la economía impedía que se liberalizase el tipo de cambio –i.e. creando un sesgo anti-exportador–, con lo cual la rentabilidad de los sectores exportadores se deterioraba cada vez más.

La minería fue uno de los sectores más perjudicados³¹. Las empresas medianas y pequeñas dejaron de invertir en sus operaciones y empezaron a extraer minerales de alta ley. Esto afectó la consolidación de la aglomeración que se había formado alrededor de las empresas medianas y pequeñas.

Los proveedores mineros más afectados fueron los que se dedicaban a la fabricación de equipos para minería, debido a que al bajar la rentabilidad de la minería las empresas ya no invertían en reposición de capital. Las empresas más grandes de equipos mineros se dedicaron a satisfacer las necesidades de otros sectores como el pesquero³². Por su parte, las empresas de insumos mineros también se vieron afectadas debido a que al prolongarse la crisis en el sector, varias operaciones tuvieron que cerrar. Sin embargo, el rezago de algunas regulaciones contra la importación de insumos permitió que los proveedores sobrepasaran la crisis, a pesar de su escasa competitividad.

Las grandes empresas mineras también experimentaron condiciones adversas. Las grandes empresas estatales –como Centromín, Cerro Verde, Tintaya y Minero Perú– tuvieron, al igual que las empresas medianas y pequeñas, una estrategia depredatoria. Sus niveles de inversión disminuyeron³³, contribuyendo así a acrecentar los niveles de obsolescencia de las operaciones, y también explotaron las vetas más ricas, comprometiendo la vida útil de los yacimientos. Por su parte, Southern Perú pudo sobreponerse a la crisis a pesar de que en el período 1980-87 obtuvo resultados negativos –con

excepción de 1983 y 1985. Su recuperación se debió al control de sus costos y a la reposición de capital. Es así, que para el período 1985-89 esta empresa gastó alrededor de US\$60 millones en bienes de capital³⁴.

³¹. Diversos estudios (Garland, Kuramoto y Neisser, 1989; IDEM, 1992, Pascó-Font, 1995) dan cuenta de cómo el desequilibrio macroeconómico perjudicó la rentabilidad y, como consecuencia, el comportamiento del sector minero dando lugar a una descapitalización del sector.

³². El sector pesquero había entrado en crisis a partir de los setenta –producto de una sobre-explotación de los recursos marinos– y desde entonces los niveles de inversión habían decaído. A principios de los noventa, con la recuperación de la riqueza ictiológica y la estabilización de la economía peruana, las empresas pesqueras empiezan a invertir en la modernización de sus plantas y se convierten en principales clientes de las anteriormente empresas de equipos mineros. La similitud tecnológica entre algunos de los procesos pesqueros y mineros permitieron que las empresas de equipos pudiesen hacer este cambio. En la actualidad, una de las empresas más grandes de equipo minero destina el 75% de sus ventas al sector pesquero.

³³. La mala administración de estas empresas y la escasez de créditos internacionales impidieron que se consiguiesen los fondos necesarios para hacer inversiones que hubiesen mantenido la competitividad de estas empresas.

³⁴. IDEM, 1992.

En consecuencia, toda la década de los ochenta fue perjudicial para el conjunto de la aglomeración productiva en torno a la minería. Los desequilibrios macroeconómicos que enfrentaba la economía peruana fueron sumamente adversos a la industria minera. Como resultado, disminuyó la inversión minera y se sobreexplotaron las minas, lo cual perjudicó la competitividad de las empresas mineras pequeñas y medianas, así como la de las empresas estatales. Este deterioro de la minería nacional repercutió en otras empresas de la aglomeración que, además de enfrentarse ante las mismas condiciones económicas adversas, tenían que enfrentarse a una disminución de demanda.

d) 1990 a la actualidad

A partir de los noventa, la estabilización económica y la recuperación de la industria minera a nivel internacional junto con una legislación favorable hacia la inversión extranjera tuvieron como resultado el aumento de inversión en el sector. En 1991 se promulga el Decreto Legislativo 662 que promueve la inversión extranjera. En ese mismo año, el DL 674 promueve la privatización de las empresas estatales. Posteriormente, en 1996, el DL 818 da incentivos para la inversión en recursos naturales a través de megaproyectos. Como resultado, se privatizaron las empresas estatales, se han desarrollado nuevos proyectos mineros y se han expandido operaciones ya existentes. Asimismo, también se ha dado una ola de exploraciones que se espera mantenga el ritmo de inversión en el sector en los próximos años. El cuadro VI-2 muestra que los proyectos de inversión minera en gran minería superan los US\$ 8.500 millones y que gran parte ya ha sido ejecutada.

Estas inversiones han generado, en primer lugar, un aumento de la capacidad de producción minera especialmente en el caso de cobre y de oro³⁵. La producción de cobre subió en más del 50% pasando de 323.412 tm de contenido fino en 1990 a 502.970 tm en 1997; mientras que la de oro casi se cuadruplicó pasando de 20.179 kg. a 76.822 kg. de contenido fino.

En segundo lugar, debido al proceso de privatización y a la apertura a la inversión extranjera, se ha dado una transferencia de propiedad desde el Estado, y en menor medida de empresas privadas nacionales, hacia el capital extranjero. Como hace un siglo atrás, los mejores yacimientos y aquellas operaciones en marcha –que requieren menos inversión– han sido adquiridas por empresas extranjeras, quedando los yacimientos menores en manos del capital nacional. Esto no significará necesariamente un aumento de inversión realizada ya que el desarrollo de proyectos depende-

³⁵. Luego de períodos de crisis en los mercados, los minerales en los cuales la inversión crece primero es en oro –por la recuperación relativamente rápida de la inversión–, y en cobre –por tener un mercado más dinámico en relación con otros metales base.

Cuadro VI-2
PRINCIPALES INVERSIONES EJECUTADAS Y PROYECTADAS EN GRAN MINERÍA:
1992-2001

Propietarios	Proyecto	Mineral	Inversión US\$ millones	Periodo
Quellaveco (AngloA)	Quellaveco	Conc. Cu, Mo	800	93-2002
Corona	Cerro Corona	Conc. Cu, Au	250	94-2003
Shougang	Planta Pellets	Pellets hierro	172	93-99
Cerro Verde (Cyprus)	Ampl. Cerro Verde	Cátodos Cu	485	95-99
Cerro Verde (Cyprus)	Cerro Negro	Cu	99	99-2000
La Granja (Cambior)	La Granja	Conc. Cu	1,100	94-2003
BHP Tintaya	Ampl. Tintaya	Conc. Cu	123	95-98
Ref. Cajamarquilla	Renov. Equipo	Zn refinado	50	95-2004
Ref. Cajamarquilla	Ampl. 230.000 tm/año	Zn refinado	250	96-99
Doe Run (Oroya)	PAMA	Cu, Zn, Pb, Ag	107	98-2007
Doe Run (Oroya)	Mejora procesos	Cu, Zn, Pb, Ag	85	98-2007
Yanacocha	Carachugo	Au	37	92-97
Yanacocha	Maqui-Maqui	Au	55	94-99
Yanacocha	Yanacocha	Au	190	96-2000
Southern Peru	Ampl. Cuacone	Cu	245	96-2002
Southern Peru	Renov. Ref. Ilo	Cátodos Cu	20	95-98
Southern Peru	Renov. Eq., PAMA	Cu	445	92-96
Southern Peru	Nueva fundición	Cu	700	97-2006
Southern Peru	Ampl. Fundición	Cu	871	
Antamina	Antamina	Cu, Pb, Ag, Zn	2,265	97-2001
Pierina Barrick	Pierina	Au	316	96-99
TOTAL			8,665	

Fuente: Sánchez, 1998.

rá de los objetivos corporativos de las empresas y del comportamiento de los mercados mundiales de minerales³⁶.

En tercer lugar, esta preferencia por la ejecución de proyectos en oro ha generado algunos cambios en la localización de la actividad minera, siendo la región de la Sierra norte la más beneficiada. Es en la sierra de La Libertad, Cajamarca y Ancash donde se han desarrollado importantes operaciones de oro como Yanacocha, Retamas y Pierina. Es en esta zona donde también se desarrollará Antamina, el mayor proyecto minero construido en los últimos 50 años.

³⁶ Crowson (1997) afirma que la inversión en nueva capacidad no crece sostenidamente a lo largo del tiempo, sino que crece a saltos debido a la existencia de ciclos de inversión de 10 a 15 años de duración, que interactúan con ciclos de demanda mucho más cortos.

En cuarto lugar, la ejecución de las ampliaciones y de nuevos proyectos ha resultado en la difusión de nuevas tecnologías. Luego de más de una década de obsolescencia tecnológica, la mayoría de operaciones mineras están adoptando las más modernas tecnologías disponibles en el mercado. Los nuevos métodos hidrometalúrgicos –i.e. lixiviación– merecen una mención especial, tanto para la producción de cobre como de oro, los cuales contribuyen a un aumento de valor agregado de la producción minera –debido a que los productos finales son metales refinados en vez de concentrados –, al mismo tiempo que constituyen tecnologías limpias que se adecuan a las prácticas medioambientales más estrictas.

Finalmente, los nuevos proyectos están modificando la participación de las regiones en la producción minera. Nuevamente la región de la Sierra norte ha aumentado su participación en la

producción minera, especialmente de oro. Asimismo, la entrada en funcionamiento de Antamina significará un importante aumento en el producto minero generado por esta región. En décadas anteriores, fue el sur del país el que concentró la mayor producción minera debido a las operaciones de Southern Perú, Cerro Verde, Tintaya y Marcona; así como la Sierra Central en donde se encontraban las operaciones de Centromín y la mayor parte de las operaciones de mediana y pequeña minería.

El aumento de la producción minera y la descentralización de las operaciones está generando una relación más bien limitada entre las nuevas grandes empresas mineras y los productores nacionales de insumos y equipos. Por un lado, los grandes avances tecnológicos experimentados por la minería a nivel internacional hacen que los requerimientos tecnológicos de estos grandes proyectos mineros estén, en la mayoría de los casos, por encima de lo que pueden ofertar los productores nacionales. Además, éstos tienen limitadas posibilidades de colocar sus productos en los proyectos que se encuentran en desarrollo, debido a que el sistema de licitación internacional con el cual se construyen favorece el suministro de bienes de fuentes extranjeras³⁷. Por otro lado, la entrada de empresas extranjeras que tienen poco conocimiento de los productores nacionales hacen que éstas prefieran importar sus bienes y equipos. A pesar de que los productores nacionales han ampliado la gama de bienes y equipos mineros que ofertan, no han podido captar la demanda de estas grandes empresas. Es decir, que en la gran minería las relaciones productivas con otros sectores siguen siendo escasas.

Se puede adelantar, sin embargo, que con el pasar del tiempo las empresas extranjeras que recién operan en Perú incrementarán sus compras internas. Se espera que

³⁷. Los grandes proyectos mineros generalmente tienen cláusulas de financiamiento atado a la compra de bienes de capital y otros suministros. Por otro lado, estos proyectos son construidos mediante licitaciones internacionales con lo cual la empresa –usualmente extranjera– que se hace acreedora de la buena pro hace las compras usando sus proveedores internacionales.

en unos años estas empresas habrán empezado a operar a plena capacidad, lo que significa que sus compras estarán comprendidas por insumos, equipos y piezas de reposición, así como servicios rutinarios que sí pueden ser satisfechos por productores nacionales³⁸.

En todo caso, debido a la localización geográfica de estas empresas, aún es difícil percibir una aglomeración importante de unidades, exceptuando el caso del sur del país en donde Southern Perú viene operando por más de 40 años. Lo que es probable que aparezca en los próximos años es una serie de redes industriales que involucren a estas nuevas empresas mineras y a los productores nacionales –usualmente localizados en Lima o en otros centros industriales como Arequipa y/o en las cercanías de los puertos costeros.

El aumento de la inversión minera también se ha dado en algunas empresas medianas y pequeñas. Aquellas empresas que pertenecen a grupos mineros ‘fuertes’ como Buenaventura, Milpo, Raura y Atacocha, entre otras, han logrado atraer capital de riesgo –nacional y/o extranjero para aumentar su capacidad y/o modernizar sus operaciones (Cuadro VI-3). En cambio, aquellas empresas más pequeñas o menos dinámicas no lograron superar la crisis ni atraer capitales³⁹. Esto ha dado lugar a un aumento de tamaño de las empresas medianas y, prácticamente, a una desaparición de la pequeña minería.

Al igual que en épocas anteriores, las empresas medianas concentran su actividad en la producción de plomo, plata y zinc. Para 1997, la producción de las empresas medianas representa el 65%, 74% y 67% de las producciones totales de estos minerales. También ha habido un aumento importante en la producción de oro por parte de las empresas medianas, quienes casi han triplicado su producción en el período 1990-97.

El dinamismo de las empresas medianas ha generado una demanda de bienes y equipos mineros que junto con el uso de nuevas tecnologías, ha inducido a que las empresas productoras de equipos mineros modernicen las tecnologías que ofrecían. Es así, que varios productores de equipos mineros

han establecido *joint ventures* contractuales con los principales productores de tecnología minera. Se ha experimentado un aumento importante de oficinas de representación y casas comerciales que ofrecen equipos e insumos mineros importados. Lo mismo ocurre con los servi-

38. El comentario de un consultor extranjero especialista en inversiones internacionales es que las empresas que inician nuevos proyectos están presionadas por cumplir con los cronogramas propuestos y, por tanto, no pueden ensayar con productores nacionales. Sin embargo, una vez pasada la etapa de construcción, las empresas empiezan a centrar sus esfuerzos en la reducción de costos de operación, y es entonces cuando buscan nuevos proveedores e incluso pueden invertir en crear relaciones de colaboración con productores nacionales.
39. La desaparición del Banco Minero dejó un vacío importante en cuanto a fuentes de financiamiento, debido a que la banca comercial siempre ha sido renuente a canalizar fondos a una actividad con alto riesgo y largos períodos de maduración como la minera.

Cuadro VI-3
INVERSIONES EJECUTADAS Y PROYECTADAS EN MEDIANA
Y PEQUEÑA MINERÍA: 1992-2001

Propietarios	Proyecto	Mineral	Inversión US\$ millones	Periodo
M. Retamas	El Gigante	Au	18.10	92-95
Horizonte	Parcoy-Zambo	Au	7.90	93-94
Raura	Exploración		5.60	97-98
Minsur	Amp. Planta 1500 tm	Sn	41.40	94-96
Minsur	Amp. Planta 2500 tm	Sn	28.85	98-99
Milpo	Amp. Planta 2850 tm	Pb, Ag, Zn	38.36	96-98
Volcan	Amp. Planta	Pb, Ag, Zn	15.47	97-2000
Simsa	Ampliación	Zn	3.38	96-97
Centromin	Renov. Equip, Med.A		30.60	94-97
Condestable	Renov. Equip, Reser.	Cu	4.20	94-95
Sipán	Ampliación	Au	36.00	96-99
Ares	Amp. Planta 500 tm	Au	24.76	96-98
Casapalca	Amp. Planta		1.60	93-94
Arias	Planta Conc.		1.20	95
Sta. Rosa	Amp. Planta 2700 kg	Au	17.00	97-99
Colquisiri	Amp. Planta 200 tm		1.50	95
Molino de Oro	Amp. Planta 750 tm	Au	1.00	95
Regina	Exploración	Wo	0.30	95
Pachapaquí	Pachapaquí	Pb, Ag, Zn	3.10	96
Buenaventura	Renov. Equip, Reser.		36.00	95-96
Yauliyacu	Casapalca	Pb, Ag, Zn	110.20	97-2001
Proaño	Amp. Planta 600 tm	Au	24.98	97-99
TOTAL			425.50	

Fuente: (Sánchez, 1998).

cios mineros. Por un lado, se han establecido una serie de empresas que proveen servicios de contratas mineras, de asesoría, ingeniería y consultoría técnica, así como varias empresas de ingeniería internacional han abierto filiales en el país. Por otro lado, la legislación vigente ha estipulado la preparación de programas de impacto ambiental para operaciones nuevas y de adecuación ambiental para operaciones en funcionamiento. Esto ha generado la creación de empresas que se encargan de diseñar dichos programas, así como de empresas auditoras ambientales que se encargan de monitorear

y evaluar el cumplimiento de estos planes. Hacia 1997, el número de las empresas que cumplen estas funciones y que se encuentran registradas por el Ministerio de Energía y Minas era de 42.

En cuanto al ámbito institucional, casi todas las entidades mencionadas se han mantenido en funcionamiento aunque el aparato institucional gubernamental ha experimentado algunos cambios. El Ingemmet fue modificado nuevamente en 1992. Desde entonces sus funciones se circunscriben a tareas netamente geológicas y de prospección minera, dejando la exploración minera para el inversionista privado y traslada las funciones de investigación metalúrgica y de explotación minera a las universidades nacionales que cuenten con programas de Minería y Metalurgia. Por otro lado, el Ministerio de Energía y Minas ha incorporado una Dirección de Asuntos Ambientales a su organización.

Finalmente, en el ámbito de educación y entrenamiento, no ha habido mayores cambios, excepto por el mayor interés de las empresas mineras a proveer de entrenamiento técnico, organizativo y de seguridad a su personal. Esto está resultando en que algunos centros de entrenamiento técnico general estén incrementando sus servicios al sector minero.

En resumen, se tiene, por un lado una aglomeración articulada a través de la mediana y la casi desaparecida pequeña minería que ha sobrevivido a casi dos décadas de crisis minera nacional. Esta aglomeración se ha visto dinamizada por el resurgimiento de la actividad minera en Perú, pero la actual coyuntura de precios bajos ha aminorado el paso de este proceso. Se espera que el mejoramiento de los mercados mineros vuelva a dar ímpetu a esta aglomeración.

Por otro lado, existen redes industriales incipientes, que tienen como ejes a las grandes empresas mineras. En la medida en que sigan desarrollándose nuevos proyectos mineros y que éstos entren en la fase operativa, se generará un aumento de demanda de insumos y otros bienes mineros. Sin embargo, la cristalización de esta demanda potencial dependerá del esfuerzo de los productores nacionales de insumos por adecuar sus productos a las necesidades de las grandes empresas mineras.

2. CONCLUSIONES

A lo largo de toda su historia, la minería en Perú ha estado ligada a dos tipos de empresarios. Por un lado, la empresa mediana y pequeña controlada principalmente por capital nacional que se especializa en la explotación de metales preciosos como oro y plata, así como de yacimientos polimetálicos. Su dinamismo como grupo empresarial depende básicamente de los precios internacionales de los minerales, lo cual lo hace sumamente vulnerable ante *shocks* externos. Coyunturas de precios bajos ponen de manifiesto su escasa capacidad de reacción generando cierres masivos de unidades productivas. Sin embargo, también hay casos que sirven de excepciones a la regla y que han logrado adquirir un dinamismo propio ya sea mediante la diversificación de sus actividades y/o la asociación con capitales extranjeros.

Por otro lado, el inversionista extranjero –y eventualmente, el casi extinto Estado empresario–, que desarrolla grandes yacimientos de alta calidad, articulado más estrechamente a una cadena de producción global y, que por tanto, explota minerales para venderlos en mercados externos, está interesado en explotar minerales con demandas crecientes y se vale de métodos de producción en los que puede gozar de economías de escala para mantener su presencia en estos mercados.

La presencia de ambos tipos de empresarios mineros ha generado que la minería nacional adquiera formas diferenciadas de interacción con el resto de agentes productivos e institucionales. Es así que el reducido tamaño –en términos de producción– de las empresas nacionales y su aglomeración geográfica sirvió para que se formase una incipiente aglomeración en la región de la Sierra Central. El mismo que ha ido evolucionando a través del tiempo y de acuerdo con los principales cambios experimentados por la minería nacional. Al mismo tiempo, la gran escala de producción de las

operaciones controladas por capital extranjero, su uso de tecnologías sofisticadas y su localización, generalmente fuera de los centros de aglomeración, propició que estas empresas no establecieran relaciones con el resto del aparato productivo nacional tan estrechas como en el caso anterior. Estas relaciones, algunas veces escasas pero que cuando se dan no requieren de una proximidad física, hacen pensar más en una red industrial.

Página intencionalmente en blanco.

Capítulo VII

LA AGLOMERACIÓN EN TORNO A LA MINERA YANACOCCHA S.A.

Juana R. Kuramoto

INTRODUCCIÓN

Este capítulo analiza las características de la aglomeración generada a raíz de la puesta en marcha del proyecto minero Yanacocha, que es parte de una nueva generación de proyectos mineros que introduce en el país tecnología de punta y nuevos sistemas de trabajo. En este trabajo se pone énfasis en describir los agentes que conforman la aglomeración, su ubicación geográfica y las formas de interacción que se dan. También se brindan lineamientos de política para contribuir a su fortalecimiento.

Los principales resultados encontrados son: primero, se dan escasas relaciones productivas y comerciales con los agentes de la zona, mientras que hay una mayor articulación con agentes productivos e institucionales de Lima. Segundo, aun cuando la mayor parte de las relaciones productivas se dan con empresas limeñas, la debilidad tecnológica del sector industrial genera una dependencia de tecnología extranjera y limita a las empresas a un papel comercializador. Tercero, hay un potencial nicho de competitividad para las empresas cajamarquinas en la provisión de servicios no intensivos en conocimiento. Cuarto, debido al poco desarrollo institucional en Cajamarca, la empresa mantiene relaciones con instituciones públicas y gremiales en Lima.

1. YANACOCCHA

a) El proyecto

Uno de los primeros proyectos mineros en cristalizarse luego de la promulgación de las leyes promocionales para el sector minero –i.e. Promoción de la Inversión Extranjera (D.L. 662), Promoción de la Inversión Privada en Empresas del Estado (D.L. 674) y Promoción de Inversiones en el Sector Minero (D.L. 708)– fue el proyecto para la explotación y producción de oro de Yanacocha.

De alguna manera, Minera Yanacocha S.A. representa el punto de partida hacia la recuperación de la minería peruana, en la que la participación del capital extranjero –junto con el capital nacional– cumple un papel fundamental en la provisión de recursos financieros y tecnológicos. Como se apreciará más adelante, su ubicación geográfica, el rápido crecimiento de su producción y la implementación de un sistema masivo de subcontratación, entre otros, le confieren características de la empresa ‘modelo’ que la nueva

legislación minera pretende incentivar. De ahí su relevancia como sujeto de estudio en investigaciones sobre minería.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que las particularidades de la empresa imponen un sesgo en el análisis que se realizará. Por un lado, Minera Yanacocha S.A. produce exclusivamente para el mercado externo, por lo que su contribución a la generación de transacciones con empresas que utilizan oro como insumo y que proveen servicios para la comercialización de este mineral es inexistente. Por otro lado, las características geológicas del yacimiento son extraordinarias. La roca que contiene el mineral es sumamente frágil y porosa, por lo que elimina a la etapa de chancado de su proceso de producción, convirtiéndola en una de las pocas empresas mineras que no chancan su mineral. Esto, a su vez, elimina la interacción con empresas que producen o comercializan insumos y bienes de capital para este fin.

Minera Yanacocha S.A. es una empresa productora de oro que se encuentra ubicada en el departamento y provincia de Cajamarca en la Sierra norte del país. Sus operaciones se iniciaron en 1993. Minera Yanacocha explota cinco yacimientos de oro que han sido incorporados a producción sucesivamente: Carachugo (desde 1993), Maqui Maqui (1994), San José (1996), Yanacocha (1997) y La Quinua (1998). Asimismo, la empresa cuenta con dos plantas de tratamiento: una de 1.100 m³/hora y otra de 550 m³/hora.

Yanacocha es una alianza estratégica entre la empresa norteamericana Newmont Mining Corporation (51,35%), que actúa como operador, el grupo minero nacional Buenaventura (43,65%) y la International Finance Corp. (5%). Newmont es el mayor productor de oro en Estados Unidos y el segundo productor a nivel mundial. Es propietaria de uno de los mayores yacimientos de oro (Carlin Trend, Nevada) encontrados en este siglo. Es en la explotación de este yacimiento en donde reside el expertise de Newmont. Después de más de 35 años de explotación, la operación de Carlin Trend se ha vuelto sumamente compleja. Newmont ha innovado continuamente para mantener este yacimiento en operación. Esta empresa ha sido una de las primeras en usar la lixiviación en pilas (*véase* el capítulo de Beckel en este volumen) para la explotación de oro y, actualmente, posee 27 patentes, la mayoría de las cuales tienen que ver con procesos hidrometalúrgicos y el tratamiento de minerales refractarios – como los encontrados en Carlin Trend.

A partir de 1987, Newmont entró en un proceso de reestructuración en el cual se deshizo de sus intereses en cobre, petróleo, gas y carbón para concentrarse en la producción de oro. Actualmente, Newmont explota oro en varios países del mundo, como en Perú, Uzbekistan e Indonesia. Asimismo, Newmont mantiene un agresivo programa de exploraciones.

El grupo Buenaventura es uno de los grupos mineros más fuertes de Perú y tiene 46 años de gestión empresarial. El grupo está conformado por varias empresas mineras y otras relacionadas con la minería. La Compañía de Minas Buenaventura es el segundo mayor productor de plata, y cuenta con cuatro unidades de producción: Julcani, Uchucchacua, Recuperada y Orcopampa. Minera Shila (100% propiedad del grupo Buenaventura) ubicada en Arequipa, es una empresa mediana que explota oro. Buenaventura Ingenieros (99,9%) es una empresa consultora en las áreas de exploración y geología. En los últimos años, esta empresa ha incursionado en la exploración petrolera, así como en la construcción de una planta de minerales industriales. Consorcio Energético de Huancavelica (85,43%) es una empresa de transmisión eléctrica en la Sierra Central de Perú. Esta empresa es operadora de la línea de transmisión Parashga II - Uchucchacua que proveerá electricidad a las minas de Buenaventura, Iscaycruz y Raura. Inversiones Mineras del Sur (70,11%) es una empresa minera productora de oro en el departamento de Arequipa. Compañía Minera Caudalosa (35,9%) es una empresa minera que produce concentrados de plata, plomo, zinc y cobre. Sociedad Minera El Brocal (11,2%) es una empresa minera en Cerro de Pasco que produce concentrados de plomo y zinc. Sociedad Minera Cerro Verde, por último, en que el grupo Buenaventura tiene una participación de 9,2%, es el tercer mayor productor de cobre en el país después de Southern Peru y BHP Tintaya.

Una alianza estratégica entre Newmont y Buenaventura brinda grandes beneficios a ambas empresas. Newmont, en primer lugar, tiene acceso a un yacimiento con costos de producción sumamente bajos (US\$ 104 por onza¹) que le permite contrapesar los costos de sus operaciones en Estados Unidos (US\$ 210), en Europa del Este (US\$ 225) y en Indonesia (US\$ 224). Yanacocha es, después de Carlin Trend, la segunda más grande unidad operativa de Newmont con 811.400 onzas de oro –de las cuales le corresponden 416.654 onzas. Es decir, Yanacocha le permite a Newmont mantener su posición de liderazgo en la industria del oro. En segundo lugar, una alianza estratégica con una empresa peruana disminuye el riesgo de la inversión de Newmont y le permite acceder a esferas del poder político peruano. En tercer lugar, el modelo geológico de Yanacocha es similar al de Carlin Trend y, por tanto, le permite a Newmont aplicar su expertise geológico y minero minimizando los riesgos inherentes a toda operación minera.

A través de Yanacocha, Buenaventura se ha convertido en el primer grupo peruano en desarrollar un proyecto minero de gran minería, al mismo tiempo que le ha permitido consolidar su posición como productor de minerales preciosos –i.e. oro y plata. En segundo lugar, Yanacocha significa una gran oportunidad de aprendizaje y de transferencia tecnológica en el tratamiento hidrometalúrgico de minerales. En tercer lugar, Yanacocha significa la expansión de las actividades de otras de las em-

¹. Este valor corresponde al *cash cost*, es decir, no incluye los costos de capital. Si este último se incluye, el costo de producción de Yanacocha asciende a US\$ 150 por onza de oro.

presas del grupo. Por ejemplo, Buenaventura Ingenieros está construyendo una planta de cal que asegurará el abastecimiento de este material para las operaciones de Yanacocha, así como para las operaciones de Tantahuanay, Minas Conga y La Zanja (prospectos de Buenaventura).

Los yacimientos de Minera Yanacocha S.A se encuentran ubicados en Cajamarca, departamento ubicado en la Sierra norte del país. Estos yacimientos eran conocidos desde la década de los sesenta, aunque se les consideraba como yacimientos de cobre y plata. El avance tecnológico ha permitido que se explote un yacimiento con una ley promedio de 0,25 onzas de oro por tm.

Los yacimientos (Carachugo, Maqui Maqui, San José, Yanacocha y La Quinua) se encuentran sobre los 4.000 m.s.n.m, en los distritos de La Encañada y Yanacocha, a 20 km. de la ciudad de Cajamarca, con la cual se unen a través de una carretera de 45 km.

b) Aspectos tecnológicos y medioambientales

Minera Yanacocha S.A. representa una nueva generación de productores de oro que usan las más avanzadas tecnologías. Los yacimientos de la empresa son explotados mediante lixiviación. Este proceso es efectuado en un circuito cerrado, lo que previene la contaminación del medio ambiente. El yacimiento se perfora con mallas de 5.5 x 5.5 metros y se vuela con ANFO y emulsiones. El mineral desprendido es acarreado por camiones de 250 tm hacia los *pads* de lixiviación. Estos *pads* están recubiertos por unas láminas aislantes de polietileno de alta densidad. El mineral se acomoda sobre los *pads* y se le añade cal –para regular la acidez– y posteriormente se rocía con una solución que contiene cianuro de sodio. La solución percola a través del mineral y se obtiene una solución rica en oro, que es llevada mediante tuberías a un reservorio, del cual es bombeada hacia la planta de procesamiento.

En ésta, la solución rica es clarificada y desoxigenada. Luego, ésta es precipitada con polvo de zinc, de tal manera que se separen los metales valiosos. Este procedimiento es conocido como Merrill Crowe. La separación sólido-líquido se realiza en filtros prensa, obteniéndose de éstos el precipitado que contiene la parte valiosa (sólido) y la solución descargada o barren retorna a los *pads*. El precipitado se trata en retortas a una temperatura de 700°C para eliminar el mercurio. Finalmente, el remanente se funde para obtener barras doré con un contenido de 70% de oro y 25% de plata.

La tecnología de lixiviación y precipitación ha logrado hacer rentable esta operación, que permite recuperar oro de depósitos con leyes menores a 0,2 onzas por tonelada métrica de material. Otra

ventaja que tienen los yacimientos de Yanacocha es que la roca extraída es sumamente frágil y porosa, por lo que se pueden obviar las operaciones unitarias de chancado y molienda. Esto ha permitido que el costo de producción sea menor a US\$ 150 por onza.

Las tecnologías utilizadas en todos los procesos de Yanacocha son limpias. El proceso de lixiviación se realiza en circuito cerrado, es decir, que los químicos usados para extraer el oro se vuelven a utilizar en el proceso para procesar más mineral. Además, los controles centrales computarizados de la mina permiten no sólo regular la cantidad de ácidos vertidos a los *pads*, sino que controlan los niveles en las pozas de recolección de la solución preñada. Esto asegura que no hayan fugas con la consecuente pérdida del oro recolectado ni que se produzcan desastres ecológicos, especialmente en esta zona en la que el nivel de precipitación pluvial puede llegar a ser muy alto. También la precipitación del oro reduce los gases emitidos en la fase de fundición de las barras doré debido a que la torta a ser fundida contiene niveles bajos de contaminantes. La operación ha sido planeada para limpiar el material residuo de los *pads* de lixiviación una vez que el oro ya haya sido extraído. Para ello, se ha construido una planta de tratamiento de agua que ‘lava’ este material hasta que ya no quedan residuos de cianuro. Luego este material es transportado nuevamente a los lugares de donde fue extraído. Finalmente, antes de iniciar la explotación de mineral, se procedió a extraer la capa superficial de tierra que cubría los cerros. Este material se almacena en botaderos hasta el momento en que se vuelve a colocar para cubrir el material limpio de cianuro. Esto asegura que vuelva a crecer la vegetación y que la configuración del paisaje de la zona quede igual a como era antes de la iniciación de las operaciones.

c) Producción

La sucesiva entrada en operación de distintos yacimientos ha permitido un vertiginoso aumento de producción de oro en Yanacocha. Como muestra el cuadro VII-1, la producción ha aumentado desde alrededor de 2.500 kg. oro fino por año en 1993, hasta llegar a niveles superiores a 30.000 kg. en 1997. Este acelerado ritmo de producción ha colocado a Minera Yanacocha como el primer productor de oro del país, contribuyendo con más del 42% de la producción nacional.

Para mantener este ritmo de expansión, Minera Yanacocha ha realizado una serie de inversiones consistentes en la incorporación de nuevos yacimientos a la operación como la construcción de una segunda planta de tratamiento. El cuadro VII-2 muestra que en el quinquenio 1993-97 se han invertido US\$ 264 millones. De este total, US\$ 70.5 millones fueron destinados para el desarrollo y expansión del yacimiento de Carachugo, US\$ 70.4 millones para el yacimiento Maqui Maqui, US\$ 65 millones en la construcción de la segunda planta de tratamiento –i.e Cerro Yanacocha–, y alrededor de US\$ 35 millones para la expansión global de operaciones².

². Minas y Petróleo, 1998.

Cuadro VII-1
PERÚ: PRODUCCIÓN DE ORO 1990-1997
(kg. de contenido fino)

	Yanacocha	Otras mineras	Productores artesanales	Total
1990		8.379	11.800	20.179
1991		10.456	12.150	22.606
1992		8.739	15.503	24.242
1993	2.535	10.338	17.445	30.318
1994	9.522	13.797	24.480	47.799
1995	16.620	16.643	24.480	57.743
1996	25.201	17.149	22.535	64.885
1997	32.758	21.529	22.535	76.822

Fuente: INEI, *Perú: Compendio Estadístico Económico-Financiero 1997-98.*

Estas inversiones han permitido que la operación cuente con 4 *pads* de lixiviación –i.e. Carachugo, Maqui Maqui, Yanacocha y La Quinoa–, con la planta de Pampa Larga que se ha ampliado para tratar 1.100 m³/hora, y con una segunda planta de 550 m³/hora. Asimismo, que Yanacocha se haya embarcado en un agresivo plan para aumentar sus reservas, las cuales ascienden a 20 millones de onzas de oro.

Todas estas inversiones han permitido mantener un costo de producción de US\$ 150 por onza de oro, uno de los más bajos del mundo, así como una de las operaciones más rentables.

2. EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

El departamento de Cajamarca es uno de los más pobres del país. Durante el período 1990-95, su contribución al PIB nacional era en promedio 2,3%. Su estructura productiva es primaria, basada principalmente en la agricultura, que contribuye con más de un tercio, aunque su participación ha disminuido del 42% en 1990 a 33% en 1995.

Cuadro VII-2
YANACOCOA: DATOS FINANCIEROS: 1993 - 1997
(millones de US\$)

	1993	1994	1995	1996	1997
Ingresos	30	117	213	314	344
Utilidad neta	6	41	81	125	135
Inversiones	28	42	35	45	114
Flujo de caja (antes de dividendos)	7	2	68	89	122

Fuente: Minas y Petróleo (1998).

En las provincias del sur –región en donde se encuentra ubicada la mina–, los principales cultivos son maíz, lenteja, trigo, papa, haba, olluco, tarwi y quinua. Esta región también cuenta con una industria lechera. En el valle de Cajamarca se producen alrededor de 80 mil litros de leche, que son vendidos a una planta lechera (Nestlé Perú). La región también cuenta con una incipiente industria turística cuyas limitaciones principales son la falta de infraestructura turística. Finalmente, Cajamarca está experimentando un aumento de la actividad minera gracias a las explotaciones de Minera Yanacocha –i.e. de 6% en 1990 a 23% en 1995. La región tiene un gran potencial minero concentrando tres prospectos mineros de gran importancia: Michiquillay (cobre), La Granja (cobre) y Cerro Corona (cobre y oro).

Esta región se articula básicamente con la costa y, en especial con las ciudades de Chiclayo (departamento de Lambayeque) y Trujillo (departamento de La Libertad). Estas ciudades son mercados para la producción cajamarquina y, a su vez, abastecedoras de productos industriales, agroindustriales y de algunos alimentos. Actualmente, el puerto costero de Salaverry (La Libertad) sirve para el desembarco de algunos insumos como explosivos.

Los yacimientos de Minera Yanacocha S.A. se encuentran ubicados en los distritos de Cajamarca y La Encañada. En el primero, se encuentra la capital del departamento y debido a la relativa cercanía del yacimiento a la ciudad, ésta se ha convertido en una ciudad campamento. El cuadro VII-3 muestra que Cajamarca es una ciudad mediana, con una tasa de analfabetismo ligeramente superior al

promedio nacional –17,5 vs. 12,8%–, con una concentración de su PEA en el sector servicios y más de la mitad de su PEA es asalariada. Por el contrario, el distrito de La Encañada es netamente rural.

Cuadro VII-3
CAJAMARCA Y LA ENCAÑADA: DATOS GENERALES, 1995

	Cajamarca	La Encañada
Población	124.378	23.410
Densidad poblacional	324.97	36.86
Tasa de analfabetismo*	17,50	43,10
% PEA agrícola*	19,40	90,60
% PEA servicios*	58,50	5,00
% PEA asalariada*	51,20	16,20

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

* Población de 15 años y más.

La contribución directa de empleo de Minera Yanacocha S.A. es pequeña. En 1998, la nómina de trabajadores era de sólo 466; sin embargo, se estima que hay alrededor de 1.200 trabajadores más si se incluye a los que trabajan para las empresas contratistas. A esto hay que añadir el empleo generado por las empresas cajamarquinas que son proveedores de Yanacocha, que suman 456 empresas. Si se asume un número mínimo de 5 personas empleadas por empresa, el impacto total en el empleo de la región sería de alrededor de 4.000 personas. Debido a la cercanía de la ciudad de Cajamarca a los yacimientos auríferos, el personal de Minera Yanacocha reside mayoritariamente en esta ciudad –tanto el personal empleado en la mina como el de las contratas–; aunque hay dos pequeños campamentos de empresas contratistas en cercanías de la mina.

El Canon minero representa otra importante forma de contribución de la empresa a la región. Esta contribución representa el 20% del Impuesto a la Renta pagado por la empresa, monto que es distribuido entre la región (40%) y los departamentos (60%). De lo asignado a los departamentos, los municipios distritales reciben 80% y los provinciales el 20% restante. Como se aprecia en el cuadro VII-4, Minera Yanacocha S.A. ha contribuido con US\$ 32.9 millones desde su entrada en operación, lo que ha significado un ingreso de casi US\$ 26 millones para los municipios distritales. Sin embargo, dado que Cajamarca cuenta con 127 distritos, el apoyo recibido por cada uno de ellos es de US\$ 207.1 miles durante todo el período.

Cuadro VII-4
YANACOCOA: CONTRIBUCIÓN AL CANON MINERO
(miles de US\$)

Años	Impuesto a la Renta	Canon minero (20%)	Municipalidades	
			Provincias	Distritos
1994	10.850	2.170	434	1.736
1995	33.513	6.703	1.341	5.362
1996	51.234	10.247	2.049	8.197
1997	50.344	10.069	2.014	8.055
1998	18.453	3.691	738	2.952
Total	164.394	32.879	6.576	26.303

Fuente: Elaboración propia con base en datos provistos por Minera Yanacocha S.A.

La apertura de la mina ha ocasionado un dinamismo comercial en la zona, la mejora de algunos servicios como electrificación, el incremento del parque automotor y el crecimiento urbano. La percepción de este crecimiento en la población es ambivalente. Por un lado, hay un reconocimiento del progreso económico de la zona, principalmente de la ciudad de Cajamarca. Por otro lado, los beneficios de este crecimiento no se han distribuido equitativamente, es así que hay quejas por el encarecimiento del costo de vida y la dolarización de la economía. Asimismo, se percibe un incremento de delincuencia y la aparición de locales nocturnos y un supuesto desarrollo de la prostitución. Los datos oficiales, como denuncias de delitos registrados por la Policía Nacional, reportan que entre 1986 y 1995 éstos han crecido ligeramente más que el promedio nacional –i.e. 10,82% vs. 10,21%.

3. LOS ELEMENTOS DE LA AGLOMERACIÓN

Como se mencionó, las características de la minería, y especialmente de la gran minería, hacen difícil establecer aglomeraciones de empresas en la zona o región en donde se establecen las empresas mineras. Por ello, es más pertinente hablar de redes, en los que no necesariamente se da una concentración geográfica pero sí se pueden establecer relaciones de cooperación.

La reciente puesta en operación de los yacimientos de Yanacocha y la limitada actividad industrial en la zona de Cajamarca hacen que la mina establezca relaciones proveedoras de bienes, equipos, insumos y servicios mineros e instituciones localizadas principalmente en Lima, e incluso en el extranjero. Asimismo, hay todo un tejido institucional minero cuyo centro se encuentra en Lima –i.e. instituciones gremiales y profesionales, instituciones gubernamentales, instituciones educativas, etc.–, y al cual Minera Yanacocha se encuentra articulada. Finalmente, debido a que el destino de su producción se encuentra en el extranjero, no se han establecido relaciones productivas o comerciales con empresas que procesen o utilicen oro como un insumo.

a) Proveedores de bienes

En el caso específico de Yanacocha, la articulación con la economía nacional se da básicamente con los proveedores de bienes y servicios. Las compras de la empresa muestran un gran grado de concentración, como se puede apreciar en el cuadro VII-

5. Alrededor del 60% de las compras de bienes se realiza a 5 proveedores, añadiendo los 5 siguientes proveedores alrededor de 10% más. También se observa una moderada reducción de la concentración en las compras en los 5 años en que la empresa está operando. El número de proveedores de bienes en 1993 era 232, mientras que en 1998 había aumentado a 566. Por otro lado, como se adelantó párrafos arriba, se observa una mayoritaria participación de empresas limeñas entre los proveedores y una escasa participación de empresas cajamarquinas entre los mayores proveedores, sin embargo, el número de estas últimas casi se ha duplicado durante el período de operación de la mina.

Cuadro VII-5
YANACocha: EMPRESAS PROVEEDORAS DE BIENES

	1993			1998		
	C5	C10	C20	C5	C10	C20
Concentración compras	63%	74%	85%	57%	67%	79%
Lima	4	9	16	5	7	13
Cajamarca	0	0	2	0	0	1
Extranjero	1	1	2	0	3	6
Nacional	4	9	18	5	7	14
Nac. subsidiaria	4	5	9	4	5	7

Nota: C5, C10 y C20 denotan los niveles de concentración en ventas de las 5, 10 y 20 principales empresas con mayor facturación.

Fuente: Elaboración propia basada en datos provistos por Minera Yanacocha S.A.

Entre las empresas proveedoras de bienes, se debe distinguir a aquéllas que son fabricantes de los equipos e insumos mineros, y aquéllas que son comercializadoras de bienes importados. Yanacocha ha tenido con las primeras una articulación puntual y bastante débil. En el caso de equipos mineros, se da una escasa articulación con los proveedores nacionales porque Yanacocha utiliza una tecnología relativamente nueva en el país y por la envergadura de sus operaciones. En segundo lugar, las empresas nacionales de bienes e insumos mineros han sufrido por la apertura de mercado. Salvo con algunas excepciones, las empresas nacionales no pueden competir con proveedores extranjeros que, junto con costos más bajos, cuentan con sistemas de comercialización y distribución más eficientes.

Las empresas importadoras de bienes tienen una mayor participación en las compras de Yanacocha. Tal es el caso de empresas que comercializan camiones, cargadores y demás equipo minero estándar como compresoras, perforadoras, etc. —i.e. Ferreyros—, así como de subsidiarias de empresas extranjeras líderes —i.e. Ingersoll Rand, Atlas Copco, Baker Hughes, etc. Estas empresas también proveen repuestos y brindan servicio técnico. Lo mismo ocurre con las empresas que proveen de insumos mineros, que en muchos casos importan directamente el insumo y lo comercializan en el país muchas veces sin aumentar el valor agregado de estos productos.

El cuadro VII-6 muestra que la participación de las empresas de Lima y del exterior en conjunto ha ido aumentando a través del tiempo, principalmente por la apertura de nuevas empresas comercializadoras y/o la ampliación de la gama de bienes importados por las empresas ya existentes. Por otro lado, la disminución de la participación de las empresas cajamarquinas denotaría su poca competitividad en la distribución y comercialización de los bienes con respecto a las empresas limeñas. Por

ejemplo, Ferreyros está abriendo un depósito cerca de la ciudad de Cajamarca para proveer un mejor servicio a Yanacocha. Sin embargo, también hay excepciones y es importante señalar que hay un proveedor cajamarquino entre las 20 empresas con mayor facturación.

A pesar del predominio de las empresas comercializadoras, es importante señalar que algunas empresas nacionales como FIMA (metalmecánica), Famesa y EXSA (explosivos) han estado en diversos años entre los 10 proveedores con mayor facturación.

Finalmente, el cuadro VII-6 también muestra que las compras de bienes han aumentado sustancialmente desde que se iniciaron las operaciones. Esto se debe principalmente al aumento de producción de Yanacocha, que demanda mayor cantidad de insumos y materiales conforme aumenta su nivel de producción.

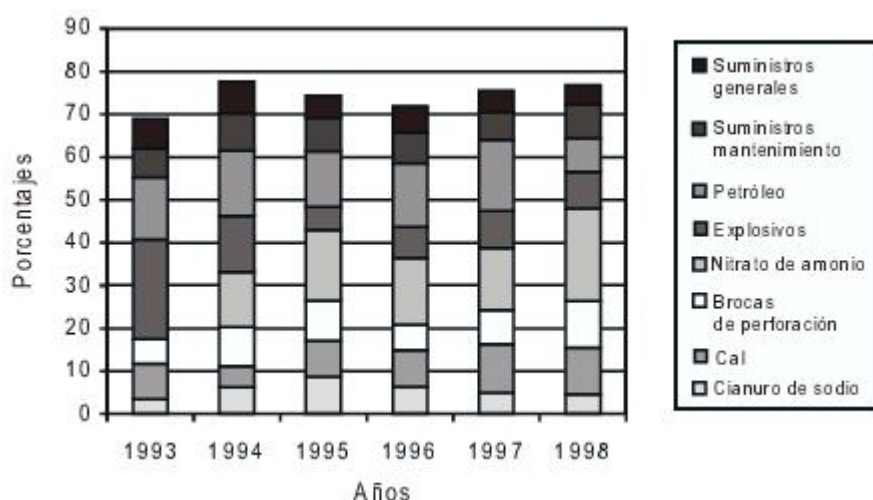
Cuadro VII-6
YANACOCCHA: COMPRAS DE BIENES, 1993-1998

	1993 (%)	1994 (%)	1995 (%)	1996 (%)	1997 (%)	1998 (%)
Cajamarca	6,2	12,0	6,4	7,0	6,2	3,0
Provincias	0,4	0,7	0,5	0,5	0,6	0,4
Lima	52,5	73,2	60,0	71,6	71,1	77,5
Exterior	40,9	14,1	33,1	21,0	22,1	19,1
Compras US\$	7.677.496	15.600.168	26.618.054	30.304.296	37.592.148	68.285.359

Fuente: Elaboración propia con base en datos provistos por Minera Yanacocha S.A.

El gráfico VII-1 muestra los principales bienes que son adquiridos por Minera Yanacocha S.A. Los rubros más importantes son el nitrato de amonio y explosivos que juntos representan alrededor de 22% de las compras durante todo el período 1993-98. Ambos materiales son utilizados en la operación de voladura. Hasta el año pasado, estos explosivos han sido comprados a la subsidiaria de Dyno Nobel –i.e. Seminco–, que ofrecía el servicio integral de voladura. Desde 1999, la empresa nacional EXSA ha logrado desplazar a dicha empresa. Las brocas de perforación son otro rubro importante dentro los suministros, ya que en 1998 representaron casi el 11% de las compras. Estas brocas son compradas principalmente a empresas extranjeras o sus subsidiarias en Lima –i.e. Baker Hughes, Boart Longyear, etc. El petróleo y/o combustibles también conforman un rubro importante de suministro –i.e. alrededor de 14%. Éstos son comprados a la subsidiaria peruana de Mobil Oil, que ofrece un servicio de preparación de una mezcla especial requerida por la empresa. Otros bienes que representan una proporción importante de los suministros son la cal y el cianuro de sodio con un promedio de 7% y 9% durante el período. En el caso de la cal, sus compras han ido aumentando en los últimos años debido al aumento en la

Gráfico VII-1
YANACOCOA: PRINCIPALES SUMINISTROS
(1993-1998)



Fuente: Elaboración propia con base en datos provistos por Minera Yanacocha S.A.

producción. Su importancia como insumo va a seguir aumentando, por lo que una empresa del Grupo Buenaventura está montando una calera para extraer este mineral. Finalmente, los suministros

generales y de mantenimiento representan conjuntamente alrededor de 12% de las compras del período.

b) Proveedores de servicios

Los proveedores de servicios son más numerosos que los proveedores de bienes. Esto se debe principalmente a la política de Minera Yanacocha de subcontratar labores que pueden ser ejecutadas por terceros. Esto permite a la empresa mantener sus costos de producción bajos debido a la poca carga laboral que mantiene. A pesar de que el sistema de contratas no es nuevo en la minería peruana, esta empresa ha sido la primera en Perú que ha hecho uso extenso de este sistema. Minera Yanacocha S.A. sólo controla directamente las labores de exploración, perforación, lixiviación y procesamiento; mientras que los contratistas se hacen cargo de la voladura, acarreo y el carguío del material hacia los *pads* de lixiviación.

Al igual que los proveedores de bienes, los proveedores de servicios también han experimentado un aumento durante el período de operación de la mina. En 1993, habían 566 empresas proveedoras de servicios mientras que en 1998 el número había aumentado a 980. El cuadro VII-7 muestra que también existe un alto nivel de concentración en las compras de servicios y que ésta ha disminuido ligeramente en los últimos 5 años. También se aprecia que hay mayor participación de empresas cajamarquinas –habiéndose incrementado en casi el doble, de 174 a 336– y, que además algunas de estas empresas están entre los mayores proveedores de servicios de Yanacocha. Un ejemplo importante es Congecasa, un consorcio de 7 contratistas cajamarquinos que fueron contratados para trabajos de movimiento de tierras y que llegó a facturar un poco más de US\$ 7 millones en 1998, convirtiéndose en el quinto mayor proveedor de servicios de la empresa. Lamentablemente, el consorcio se desactivó al año siguiente por problemas internos. La otra empresa cajamarquina que figura entre los 5 primeros proveedores es Minera Chaupiloma, de propiedad de Newmont y Buenaventura, a la que se le pagan derechos por ser propietaria de tierras que usufructúa Yanacocha.

Cuadro VII-7
YANACocha: EMPRESAS PROVEEDORAS DE SERVICIOS

	1993			1998		
	C5	C10	C20	C5	C10	C20
Concentración	58%	78%	91%	60%	72%	85%
Lima	5	9	16	3	6	13
Cajamarca	0	0	0	2	2	4
Extranjero	0	1	4	0	2	3
Nacional	5	9	16	5	8	17
Nac. Subsidiaria	2	2	4	3	4	8

Nota: C5, C10 y C20 denotan los niveles de concentración en ventas de las 5, 10 y 20 empresas con mayor facturación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos provistos por Minera Yanacocha S.A.

En términos generales, el Cuadro VII-7 muestra que la presencia de las empresas cajamarquinas en la venta de servicios ha aumentado de 2% en 1993 hasta 15,5% en 1998, mientras que la presencia de empresas limeñas ha disminuido de 89% a 72,6%, al mismo tiempo que se da un pequeño incremento en la participación de las empresas extranjeras –de 5,9% a 8,5%. Estos cambios se deben principalmente a que la naturaleza de la mayoría de los servicios es no transable y, por tanto, se

requiere que las unidades productivas estén cerca del cliente. Por otro lado, hay servicios más intensivos en *know-how* como los servicios de consultoría, ensayos de laboratorios y el acarreo y carguío de grandes volúmenes de material, los cuales son provistos directamente por empresas extranjeras o sus subsidiarias. Un ejemplo claro de esto es que el contratista más grande de Yanacocha, que se encarga del acarreo y carguío del mineral explotado, es una empresa subsidiaria de una empresa alemana –i.e. Zublin. Asimismo, de acuerdo con las opiniones de algunos funcionarios de Yanacocha, algunas empresas contratistas peruanas mejoraron su desempeño luego de haberse asociado con empresas extranjeras.

Finalmente, las compras de servicios han aumentado considerablemente en los últimos 5 años (Cuadro VII-8). En 1993, las compras de servicios ascendieron a US\$ 36 millones mientras que, en 1998, alcanzaban US\$ 175 millones. Nuevamente, el aumento de producción es el principal responsable del aumento de compras de servicios. En 1998, la empresa ha movilizado más de 60 millones de tm de mineral y material estéril –lo cual se hace a través de contratistas como Zublin, Odebreecht, Translei, etc.–, excediendo en más de 20 tm el movimiento de tierras efectuado en el año anterior.

Cuadro VII-8
YANACOCOA: COMPRAS DE SERVICIOS, 1993-1998

	1993 (%)	1994 (%)	1995 (%)	1996 (%)	1997 (%)	1998 (%)
Cajamarca	2,0%	3,2%	10,3%	11,5%	14,5%	15,6%
Provincias	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%
Lima	88,8%	79,9%	74,5%	78,8%	75,7%	72,6%
Exterior	5,9%	13,0%	11,0%	6,3%	6,8%	8,5%
Afiliadas	3,3%	3,7%	4,0%	3,4%	2,9%	3,0%
Compras US\$	36.351.326	51.805.439	75.912.551	101.144.394	166.831.588	174.775.748

Fuente: Elaboración propia con base en datos provistos por Minera Yanacocha S.A.

c) Instituciones

Como se mencionó, existe un denso tejido institucional minero en Perú. Dichas instituciones se han creado a lo largo del último siglo y a pesar de que algunas de ellas pueden mantener un perfil bajo como institución, prestan valiosos servicios para sus asociados y sirven para establecer relaciones estrechas entre ellos.

Minera Yanacocha S.A. es miembro de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (Snmpe), al igual que la mayor parte de las empresas mineras en el país. Debido a ser una de las primeras grandes inversiones mineras realizadas luego de la liberalización de mercados, Yanacocha ha servido de palanca política para resaltar la disposición del capital extranjero de invertir, así como para mostrar un nuevo tipo de operación minera en el país. Las relaciones entre Yanacocha y la Snmpe son aún más estrechas si se considera que el ingeniero Roque Benavides, una de las cabezas del Grupo Buenaventura, fue presidente de la SNMPE durante el período 1993-94.

Por otro lado, Yanacocha mantiene relaciones indirectas, a través de su personal profesional, y estrechas con instituciones profesionales como el Instituto de Ingenieros de Minas y la Sociedad de Geología del Perú. Es común que los profesionales contribuyan con artículos, presentaciones y otros trabajos en las revistas, conferencias y convenciones que estas instituciones organizan. De hecho, se han publicado varios artículos y trabajos técnicos sobre Yanacocha, sus yacimientos, la tecnología utilizada, su manejo ambiental, etc.; se han realizado varias visitas a la empresa organizadas por distintas instituciones. Este tipo de relación, muy común entre los profesionales de minería,

contribuye a la transferencia de conocimiento y a generar externalidades positivas entre operaciones mineras.

Las relaciones con instituciones gubernamentales son las típicas a establecerse. La empresa cumple con todos los requerimientos solicitados por ley por el Ministerio de Energía y Minas.

Las relaciones con instituciones educativas o de entrenamiento minero son menos evidentes, quizás por el relativamente corto período de operaciones de la empresa y por la modalidad de trabajo bajo el sistema de contratas. A diferencia de otras empresas mineras con más años de funcionamiento y con mayor personal directo como Southern Peru o Cerro Verde, no existe una preferencia o convenios de entrenamiento del personal. Los entrenamientos en servicios auxiliares como mantenimiento, electricidad y control central de operaciones no son realizados tan frecuentemente o en la misma escala que en otras empresas mineras. La razón es que el personal directo es mucho menor y el entrenamiento del personal de contratas corre por cuenta del contratista. Por tanto, no es necesario mantener una relación tan estrecha con las instituciones técnicas.

Minera Yanacocha S.A. ha tratado de establecer relaciones con instituciones locales. De hecho, la empresa ha propiciado la creación de instituciones de promoción social y productiva con las cuales realiza proyectos de desarrollo y otras obras conjuntas. Sin embargo, las relaciones de la empresa con algunas instituciones locales son un poco conflictivas. Al parecer la percepción de la opinión pública cajamarquina es que Yanacocha es un ente demasiado poderoso y del cual hay que cuidarse. Por tanto, cualquier iniciativa de la empresa es fácilmente mal interpretada. Por ejemplo, la empresa ofreció a la Universidad de Cajamarca que varios de los directivos de la empresa dictasen una serie de charlas académicas a los alumnos de la Maestría de Medio Ambiente. El ofrecimiento no se llegó a cristalizar por el temor de los docentes universitarios a que los profesionales de Yanacocha los desplazaran como tales. La versión de la universidad es que no podían aceptar charlas por parte de funcionarios de una entidad que está siendo cuestionada precisamente por su manejo ambiental. Es así que varias propuestas de la Oficina de Relaciones Públicas de la empresa han sido dejadas de lado hasta que se den condiciones más favorables.

4. LA AGLOMERACIÓN Y LA RED INDUSTRIAL ARTICULADAS A TRAVÉS DE MINERA YANACOCOA S.A.

El Gráfico VII-2 muestra la configuración de la red industrial articulada a través de Minera Yanacocha S.A. Como se mencionó, los principales agentes son los proveedores de bienes y servicios con los cuales se establecen encadenamientos ‘hacia atrás’. Los proveedores de bienes se pueden dividir en dos categorías: productores nacionales y comercializadores de bienes importados. Con los primeros la articulación de la empresa es débil debido, por un lado, a que la tecnología requerida por las operaciones de la mina sobrepasa a la que pueden ofrecer los productores nacionales y, por otro, a que los productores nacionales están sufriendo las consecuencias de la desaparición de varias ramas industriales nacionales. Esta débil relación no es una sorpresa ya que en diferentes etapas históricas de la minería peruana se ha dado una relación similar entre las grandes empresas mineras –usualmente extranjeras– y los productores nacionales. Sin embargo, esto no significa que esta relación no pueda fortalecerse en el futuro.

Los comercializadores de bienes importados, por su parte, mantienen una relación más estrecha con la empresa en la medida que las operaciones de la empresa continúen ampliándose y que no se impongan trabas a la libre importación de bienes y equipos mineros.

Los proveedores de servicios también se pueden dividir en dos grupos: los contratistas y los proveedores de otros servicios. Dentro de los agentes de esta *network* industrial, los contratistas mineros son el grupo de agentes más importante. Como ya se mencionó, estos contratistas operan dentro del yacimiento y se encargan de algunas operaciones que son cruciales para la explotación del

mineral, aunque el nivel de *know-how* involucrado no sea muy elevado, como las labores de acarreo y carguío, movimiento de tierras en general y voladura. La relación con estas empresas es medular para mantener la eficiencia y competitividad de Minera Yanacocha S.A. Por un lado, la empresa depende de ellos para mantener los cronogramas y niveles de explotación planeados, lo cual implica celeridad en el desempeño de las labores así como el mantenimiento de los niveles de seguridad. Por otro lado, las empresas contratistas dependen de Yanacocha para su supervivencia, pues ellas asumen grandes compromisos financieros –i.e. créditos para la compra de equipos– y laborales –i.e. contratos y en la mayoría de los casos la provisión de alojamiento– para poder actuar como contratistas.

En el segmento de proveedores de otros servicios hay una gran variabilidad. Por un lado, se tienen los servicios especializados e intensivos en conocimiento que son contratados desde Lima y directamente del extranjero. Estos servicios engloban principalmente a los servicios de consultoría e ingeniería. Para estos servicios no existe una oferta local o regional. Por otro lado, se tienen el resto de servicios que son provistos mayormente por agentes locales y nacionales. En este rubro, hay una mayor participación de empresas locales que cubren las necesidades de alojamiento, alimentación, transporte de personal, limpieza, etc.

El gráfico VII-2 también muestra que hay una serie de instituciones con las cuales la empresa tiene relaciones ‘laterales’, es decir, que si bien no contribuyen directamente a la producción, son importantes para asegurar un buen funcionamiento. Algunas de estas instituciones son profesionales con las cuales la relación se da a través de los profesionales que trabajan en la empresa. Por formación, los profesionales mineros suelen mantener una red de relaciones estrechas que se cristaliza en la participación en convenciones y la presentación de trabajos técnicos. Otras instituciones como la Sociedad de Minería son gremiales y con las cuales las relaciones son formales a nivel de empresa. También hay una serie de relaciones que se dan con instancias del gobierno nacional y regional, instituciones educativas y de capacitación y organizaciones sin fines de lucro.

Finalmente, Minera Yanacocha no mantiene relaciones con agentes nacionales que se encuentren en etapas posteriores de la cadena de producción minera, ya que la totalidad de la producción es vendida directamente al extranjero. Asimismo, debido a la tecnología de producción utilizada, la empresa internaliza el procesamiento del mineral con lo cual las operaciones de Yanacocha son integradas verticalmente hasta el proceso de refinación cuyo producto final son las barras doré. La comercialización de estas barras se hace directamente por lo que no hay agentes que se encarguen de colocar estas barras en el mercado internacional.

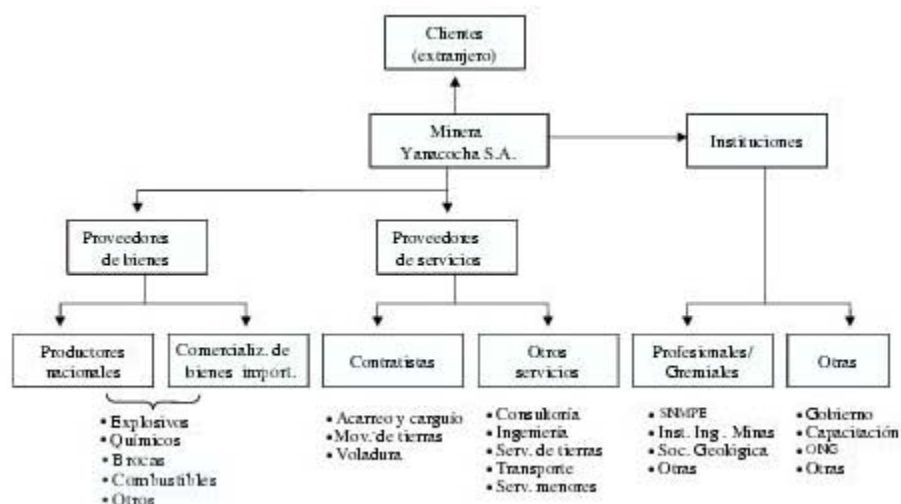
a) Puntos fuertes y débiles de la red

De acuerdo con la información presentada y a las opiniones vertidas por representantes de Minera Yanacocha S.A. se identificaron algunos segmentos específicos en los cuales se podría reforzar la red industrial a través de la empresa.

Servicios mineros y generales

En primer lugar, se da un gran potencial de desarrollo en el segmento de proveedores de servicios y, específicamente, de contratistas mineros. Como se mencionó, la política de la empresa es subcontratar la mayor cantidad de labores a terceros. Esto presenta enormes posibilidades para la creación de empresas nacionales e, incluso, locales y regionales. Conforme sigan las operaciones de la mina, se requerirá de un mayor movimiento de tierras –incluyendo acarreo y carguío de material como de material estéril–, una ampliación de las actividades de voladura y de instalación y mantenimiento de *pads* de lixiviación. Al mismo tiempo que se incrementarán las labores de reforestación

Gráfico VII-2
RED MINERA ARTICULADA A TRAVÉS DE MINERA YANACOCOA S.A.



—por el agotamiento de algunos yacimientos— y algunas labores de mantenimiento y de servicios al personal.

Sin embargo, para que este potencial se cristalice es necesario que las empresas contratistas estén dispuestas a fijarse normas mínimas de eficiencia interna y saber anticipar las necesidades de Yanacocha. Estos dos puntos parecen haber sido cruciales en el fracaso del consorcio Congecasa. Las empresas que formaron este consorcio aparentemente siguieron funcionando como empresas independientes olvidándose que la razón de haber formado el consorcio era que Yanacocha quería tratar con una sola entidad que coordinara las operaciones para mantener el nivel de eficiencia requerido. Por otro lado, un tema que al parecer no es prioritario para los contratistas pero que lo será para Yanacocha en el futuro —así como para la mayoría de empresas mineras— es el de seguridad. Un problema de las contratas mineras es que al dejarse en manos del contratista la capacitación en seguridad minera, ésta presenta un punto débil que incide en la eficiencia de toda la operación —i.e. un accidente significa el detenimiento de la producción. En la medida en que las empresas nacionales —nacionales y/o locales— manejen estos dos criterios, se podrá aprovechar la oportunidad que se presenta por una creciente demanda potencial en servicios, no sólo en Yanacocha sino en los proyectos mineros aledaños.

En segundo lugar, conforme se sigan explotando los diferentes yacimientos, su complejidad aumentará así como la demanda de servicios especializados e intensivos en conocimiento. Algunos de estos servicios serán provistos por empresas extranjeras —como los servicios de mecánica de rocas en los cuales los laboratorios foráneos superan a los nacionales. Pero también hay servicios que sí pueden brindarse nacional o localmente. Entre ellos se encuentran los de consultoría medioambiental, que gracias a la nueva legislación minera han permitido que surjan empresas auditoras que pueden monitorear y controlar que se cumpla con los estándares establecidos por ley, y más importante aún pueden elaborar planes preventivos y de mejoramiento del manejo ambiental. Otro servicio que acrecentará su importancia en el futuro, es el de tratamiento metalúrgico ya que la explotación continua de los yacimientos acrecentará el nivel de complejidad de los minerales a ser explotados. En el país existe una gran tradición de manejo de minerales complejos debido a las características geológicas y mineralógicas de los yacimientos peruanos. Servicios como éste pueden ser brindados por laboratorios privados, así como aquellos pertenecientes a las universidades y a otros centros de capacitación minera.

En tercer lugar, el aumento de las operaciones de Yanacocha implica que la demanda por servicios menores también aumentará. Este es un área en el que las empresas cajamarquinas pueden beneficiarse grandemente. El aumento de personal, por ejemplo, aumentará la demanda por servicios de alojamiento, alimentación y transporte; así como también aumentará la demanda por servicios de salud – especialmente preventivos y de salubridad ocupacional.

Insumos y otros bienes mineros

En la provisión de insumos y otros bienes mineros también se da una serie de oportunidades aunque éstas dependen en mayor medida de las complementariedades en el conjunto del aparato productivo nacional.

En primer lugar, la producción de explosivos cuenta con una larga trayectoria en el país. Aunque las empresas nacionales de explosivos, como EXSA, han perdido competitividad ante proveedores extranjeros, se están dando pasos hacia la recuperación del mercado interno. La principal desventaja de los productores de explosivos es la falta de insumos nacionales –i.e. nitrato de amonio– para la fabricación de ANFO. Ante esto, EXSA tiene planificada la construcción de una planta de nitrato de amonio en Pisco (Ica). Esta planta estaría usando como principal insumo el gas proveniente de Camisea, por lo que la planta depende de la ejecución de este proyecto. EXSA sólo estaría esperando que se diese la buena pro al proyecto de Camisea para empezar la construcción de su planta ya que mientras se construye el gaseoducto estaría dispuesta a importar el nitrato de amonio.

Mientras tanto, EXSA y otras empresas nacionales, como Famesa (Fábrica de Mechas y Explosivos) han empezado desde hace algunos años la producción de emulsiones –i.e. sustancia que aísla el explosivo del agua que pueda haber en los taladros. Asimismo, estas empresas están ofreciendo un nuevo servicio a las empre-

sas mineras: el servicio integral de voladura. Este servicio es el que las grandes empresas mineras, como Yanacocha, están requiriendo. Este servicio consiste en la preparación *in situ* del ANFO –i.e. en los llamados camiones fábrica–; en el relleno de los taladros con el explosivo y emulsiones; en la colocación de los fulminantes; y finalmente, en la detonación de las cargas.

La recuperación de la competitividad de las empresas nacionales de explosivos se está apreciando en la entrada de las mismas como proveedores de otras empresas mineras latinoamericanas. Por ejemplo, EXSA ha sido aceptada como proveedor de Codelco y está cumpliendo un período de prueba de 5 años, luego de los cuales puede licitar por el 100% del suministro de explosivos de dicha empresa.

Al igual que en el caso de servicios, el aumento de producción de Yanacocha presenta una gran demanda potencial para estos productores nacionales de explosivos. Más aún, la presencia de prospectos y futuros proyectos mineros en la zona aumentan las oportunidades comerciales de las empresas de explosivos.

En segundo lugar, el aumento de producción de Yanacocha ha aumentado sus requerimientos de cal –usada en el proceso de lixiviación para asegurar un alto nivel de acidez en los *pads*. Esto ha incentivado la construcción de una planta de cal por parte del Grupo Buenaventura. La planta de cal de China Linda está localizada a 5 km. del yacimiento Maqui Maqui y muy pronto entrará en funcionamiento. Debido a su cercanía abastecerá todos los requerimientos de Yanacocha, pero también podrá abastecer a otras operaciones mineras de la zona.

La construcción de la planta de China Linda, aparte de constituir un proceso de integración vertical por parte del Grupo Buenaventura, presenta oportunidades y complementariedades con otros segmentos de la red estudiada. Por ejemplo, la calera demandará de explosivos para su explotación. Asimismo, demandará de otros bienes y servicios que podrían ser provistos localmente por no ser tan exigentes tecnológicamente –i.e. suministros y servicios de perforación.

En tercer lugar, los combustibles son un segmento importante en esta red industrial. Aunque el petróleo es comprado a una empresa nacional –i.e. subsidiaria de Mobil Oil–, parte de éste tiene que

ser importado por la poca oferta nacional. En la medida en que la producción interna de hidrocarburos aumente, el abastecimiento de combustibles será nacional. Asimismo, el tema de la producción nacional de hidrocarburos también hace referencia a la posibilidad de crear una industria petroquímica en el país. Varios insumos mineros –como algunos reactivos químicos– tienen como insumo principal productos petroquímicos y la inexistencia de una producción nacional de los mismos impide que estos insumos mineros se produzcan eficientemente en el país.

En cuarto lugar, operaciones mineras como Yanacocha requieren un abastecimiento constante de acero y de otros productos fabricados con este metal. Por un lado, la mayor parte de los equipos mineros tienen piezas de desgaste de acero que es necesario cambiar frecuentemente. En Yanacocha, estas piezas son compradas directamente a las empresas comercializadoras de bienes de capital, ya que de esta manera se asegura que la calidad de la pieza reúna las condiciones técnicas requeridas para el buen funcionamiento del equipo. Sin embargo, muchas veces estas piezas pueden ser fabricadas directamente en el país pero existen problemas de escala más que de calidad que pueden estar frenando el abastecimiento nacional de estas piezas. Según un funcionario de una empresa productora de piezas y perfiles de acero, la calidad de éste no es el impedimento ya que los productos que ellos fabrican están sujetos a estándares internacionales –i.e. ISO y otros estándares propios de los productos de acero. Sin embargo, el problema se presenta por la escala de producción que ellos deben asegurar para que sea rentable la producción de una pieza en particular. Nuevamente, en este caso se da un problema de complementariedad. La principal limitación para la producción a escalas menores es el alto costo de la energía. Este funcionario expresó su optimismo de que la puesta en marcha del proyecto Camisea permitiría reducir sus costos así como mencionó planes futuros para la construcción de una pequeña planta siderúrgica en Pisco (Ica).

Existen mejores posibilidades en el suministro nacional de aceros estructurales. El crecimiento de Yanacocha, así como la puesta en marcha de la planta de cal, requerirán de la construcción de estructuras metálicas que pueden ser abastecidas por productores nacionales –i.e. FIMA y Famia.

Por otro lado, un rubro importante de suministro en Yanacocha son las brocas y otros suministros de perforación. Actualmente, la empresa tiene que importar las brocas debido a que el calibre utilizado en las operaciones es mayor que el que se produce en el país. Sin embargo, el aumento de las operaciones de Yanacocha puede aumentar su demanda por brocas nacionales al aumentar la exploración y la ubicación de reservas.

En quinto lugar, un rubro de suministro que si bien no es tan importante en términos de costos pero que presenta un gran potencial para el desarrollo de un nuevo segmento dentro de la red es el de productos plásticos. El proceso de lixiviación y el adecuado manejo ambiental requiere que los *pads* de lixiviación así como las pozas de colección sean aisladas por medio de láminas de polietileno de alta densidad. La ampliación de las operaciones ha resultado en la construcción de un *pad* de lixiviación adicional y con el tiempo se prevé la construcción de otros más. Actualmente, este material se compra a una empresa importadora, ya que no hay una producción nacional de este material y se contrata a una empresa para que fabrique los *pads* bajo los requerimientos de Yanacocha. Nuevamente, aquí hay complementariedades con otras industrias mencionadas. La falta de una industria petroquímica nacional elimina la posibilidad de producción de este material, cuyo uso se extiende a otros productos mineros como empaquetaduras, recubrimientos varios, etc.

Finalmente, como se mencionó, la articulación de Yanacocha con los productores nacionales de equipos mineros es limitada. Sin embargo, la participación de BISA en el diseño de la planta de cal y de planes de manejo ambiental puede redundar en la demanda de construcción y/o instalación de equipos que pueden ser asignados a productores nacionales. En este sentido, la articulación de Yanacocha con la empresa de ingeniería del grupo Buenaventura genera un espacio de aprendizaje para esta empresa, al mismo tiempo que permite que a las empresas metalmecánicas nacionales se les

abra una posibilidad de mercado cerrada si es que quien se encarga del diseño es una empresa de ingeniería extranjera.

5. CONCLUSIONES

Este capítulo analizó las relaciones establecidas entre una empresa controlada por capital extranjero y los agentes productivos e institucionales con los cuales interactúa. Minera Yanacocha S.A. es una alianza estratégica entre una de las empresas más grandes productoras de oro, Newmont Mining Corporation, y una empresa minera nacional, Compañía de Minas Buenaventura S.A. A pesar de su reciente formación, Yanacocha se ha constituido como el mayor productor nacional de oro controlando algo más del 40% de la producción de oro, la cual es exportada íntegramente.

Minera Yanacocha S.A. ha significado una recomposición de la estructura productiva de Cajamarca, en la cual la agricultura está cediendo paso a la minería. En los 5 años que tiene de creación, Yanacocha ha generado un dinamismo comercial en la región, una mejora en la provisión de algunos servicios, un incremento del parque automotor y un importante crecimiento urbano.

El incipiente desarrollo industrial de Cajamarca y las regiones aledañas ha influenciado para que se den escasas relaciones productivas y comerciales entre la empresa minera y otras empresas de la región. Por esta razón, la empresa minera ha desarrollado importantes vínculos con empresas localizadas en Lima. De ahí, que en la actualidad alrededor de las tres cuartas partes de las compras de bienes de la empresa se hagan a empresas limeñas y sólo el 3% sea comprado localmente.

Sin embargo, esta fuerte articulación con las empresas limeñas resulta engañosa. La mayor cantidad de las compras se hace a empresas que son importadoras de bienes o subsidiarias con funciones netamente comerciales. Es decir, los beneficios del aumento de la producción minera de oro que proviene de Yanacocha no necesariamente están redundando en un aumento de la producción de otros sectores industriales. Dos factores parecen ser los responsables. Por un lado, la empresa minera está haciendo uso de una tecnología nueva para la producción de oro –i.e. lixiviación– y requiere de ciertos equipos e insumos que no son producidos en el país, y los cuales, probablemente, no se pueda iniciar una producción nacional en el mediano plazo debido a la brecha tecnológica existente entre los requerimientos de la empresa y las capacidades de los productores nacionales. Por otro lado, el sector industrial nacional ha sido fuertemente golpeado en las dos últimas décadas por la crisis económica que atravesó el país. Muchas de las industrias intermedias han desaparecido –y otras nunca llegaron a desarrollarse– resultando en la dependencia externa de insumos importados que merma la competitividad de los productores nacionales.

La situación es más favorable en el caso de las compras de servicios. La política de la empresa por subcontratar labores a terceros, así como el carácter no transable de muchos de los servicios –especialmente aquellos de escaso expertise tecnológico– han servido para que éstos se contraten en empresas cajamarquinas. Es así que, actualmente, el 15% de los servicios son contratados a empresas de la región, aunque en los servicios más intensivos en conocimiento sigue habiendo una preferencia por proveedores limeños y extranjeros.

Por otro lado, también se da una articulación con Lima en términos de relaciones institucionales. Las principales instituciones mineras –gremiales, profesionales y gubernamentales– se encuentran ubicadas en Lima, por lo que cualquier esfuerzo conjunto con las otras empresas mineras se hará a través de estas instituciones. Sin embargo, el gran impacto que tiene Yanacocha en la región la obliga a establecer relaciones con instituciones locales. De ahí que la empresa haya tomado la iniciativa de crear relaciones con ellas. Al parecer las relaciones que implican ayuda o apoyo social por parte de la empresa funcionan bien. Sin embargo, ese no parece ser el caso de relaciones que requieren una participación de pares –como por ejemplo, convenios de educación. Es ahí donde la desconfianza de

algunas instituciones locales haya resultado en relaciones conflictivas. Ante esto la empresa asume una posición de espera hasta que las condiciones sean más favorables.

La fuerte articulación de Minera Yanacocha S.A. con las empresas limeñas confirma la impresión de que se está estableciendo una red industrial. El reciente establecimiento de esta empresa minera, la falta de capacidades tecnológicas en Cajamarca, el relativo desarrollo del aparato productivo e institucional en Lima y la escasa presencia de otras empresas mineras en la región estarían contribuyendo a este hecho. Esta situación revela que la estructura productiva nacional padece de un problema de coordinación que eleva los costos de transacción y que, a su vez, impide que se diversifique la economía.

Para remediar lo anterior, el gobierno debe tomar la iniciativa en el diseño de políticas sectoriales y multisectoriales que sirvan de indicativo sobre la rentabilidad de largo plazo de algunas actividades económicas y que además reduzcan el riesgo de las mismas. Por ejemplo, se podrían otorgar incentivos tributarios tanto a las empresas mineras que elevasen el nivel de sus compras internas, así como a aquéllas del sector industrial que cumpliesen con los objetivos de elevar la calidad de sus productos y su productividad.

De manera más específica a este caso de estudio, los lineamientos de política para fortalecer y consolidar el desarrollo de esta red debe tener como objetivos principales el mejoramiento de la infraestructura productiva y tecnológica de Cajamarca; el mejoramiento de la capacidad de absorción tecnológica de las empresas cajamarquinas, y el establecimiento de proveedores mineros nacionales.

Las políticas destinadas a mejorar la infraestructura productiva y tecnológica de Cajamarca deben tener en cuenta el vacío institucional que existe en ese departamento. Por tanto, se debe propiciar el establecimiento de oficinas públicas y de filiales de instituciones gremiales en la zona para que ambos tipos de instituciones tengan un papel activo en la definición de metas de desarrollo y pongan en marcha programas que coadyuven a la obtención de las mismas. Asimismo, también se debe propiciar el establecimiento de instituciones de capacitación técnica y de servicios tecnológicos para generar una oferta de personal capacitado de mando medio, así como brindar servicios críticos para el aumento de eficiencia de las empresas locales. Finalmente, la Universidad de Cajamarca debe asumir un papel estratégico en la consecución del desarrollo local a través de la formación de profesionales y de la ejecución de proyectos de investigación que impulsen el potencial productivo de la zona.

Para alcanzar el objetivo de mejorar la capacidad productiva y tecnológica de las empresas locales se debe manejar una definición de tecnología que incluya métodos administrativos, de gestión y de organización del trabajo. Es así que los programas de asistencia técnica deben contemplar que las empresas pequeñas tienen que elevar sus estándares de trabajo para satisfacer los requerimientos de empresas grandes como Yanacocha. Asimismo, programas complementarios deben impulsar la creación de redes de empresas que propicien la cooperación de sus integrantes.

Finalmente, para propiciar el establecimiento de proveedores de insumos y equipos mineros en el ámbito nacional, se deben implementar políticas de difusión de los requerimientos de las empresas del sector, de transferencia tecnológica y de promoción de inversión extranjera. Es así que se deben unir esfuerzos multi-sectoriales para generar fuentes de información que permitan identificar los principales productos que serán demandados en el mediano plazo. Asimismo, para favorecer las líneas de producción más atractivas y todavía inexistentes en el país, se deben establecer programas de transferencia de tecnología para ayudar a los productores nacionales a iniciar su producción. Finalmente, se deben establecer políticas que favorezcan la localización de empresas extranjeras en el país así como para que éstas actúen como agentes de transferencia de tecnología.

Antes de concluir esta sección, es importante señalar que las particularidades de Yanacocha –como la exclusiva orientación hacia mercados externos y las características geológicas de su yacimiento– condicionan una relación parcial con el sector productor de bienes y equipos mineros. Esto impide que se haga una generalización sobre las características de las aglomeraciones productivas articuladas a las empre-

sas mineras y, más importante aún, sobre la manera como éstas contribuyen en el diseño de una estrategia de desarrollo para el país.

Si como suele suceder, la historia tiende a repetirse, el diseño de dicha estrategia deberá incluir la consideración de la aglomeración articulada a la mediana y pequeña minería. A lo largo de esta investigación se han dado indicios de que el mercado principal de los proveedores mineros radica en las empresas de estos estratos mineros y no en las grandes empresas como Yanacocha. La puesta en marcha del proyecto de oro de Tamboraque daría cuenta de una estrecha relación entre una empresa metalmecánica nacional, un centro de capacitación industrial y una empresa mediana para la adecuación y uso de una nueva tecnología.

Al igual que en la década de los cincuenta, el dinamismo del sector minero parece haber influido en la modernización de los proveedores mineros a pesar del proceso de apertura de la economía. Aquellos con una trayectoria larga han logrado adquirir nuevas tecnologías a través de alianzas estratégicas contractuales y elevar su competitividad, al punto de ingresar a mercados externos como el chileno, como son los casos de EXSA y Mepsa. Al mismo tiempo que están haciendo esfuerzos para asociarse con empresas internacionales de ingeniería para ser subcontratados en la construcción de nuevos proyectos mineros.

Lo anterior sugiere una línea de investigación en la que se analicen las relaciones de las empresas medianas y pequeñas con los proveedores, clientes e instituciones mineras, así como indagar cómo la influencia de la globalización de la economía mundial está afectando esta relación. Del mismo modo, se deberá investigar si hay puntos de encuentro entre una eventual aglomeración basada en la mediana y pequeña minería y aquellas aglomeraciones o redes industriales basadas en las grandes empresas mineras como Yanacocha.

Después de más de un siglo de consolidación de la minería 'moderna' peruana y de varios en minería tradicional, es de esperar que el aumento de las capacidades de las empresas mineras, los productores nacionales de bienes y servicios, el mejoramiento de la infraestructura física del país y la facilidad con la que el conocimiento puede ser transmitido actualmente puedan ayudar a que este tipo de articulación entre agentes se dé en menor tiempo. Al parecer, esto requiere una participación más activa de los agentes involucrados y, sobre todo, la voluntad de querer lograrlo.

Página intencionalmente en blanco.

Capítulo VIII

EL COMPLEJO DE COBRE DE LA SOUTHERN PERU

Jorge Torres-Zorrilla

Este capítulo intenta relacionar la evolución de la aglomeración productiva en torno a la minería en el sur de Perú con el desarrollo regional. El primer apartado presenta una breve visión histórica de la empresa Southern Peru. El segundo apartado presenta una descripción de los segmentos de la aglomeración productiva cuprífera del sur de Perú, y el tercero analiza las fuerzas, debilidades y potencialidades de la aglomeración. Por último, se presentan conclusiones y sugerencias de investigación futura.

1. LA SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

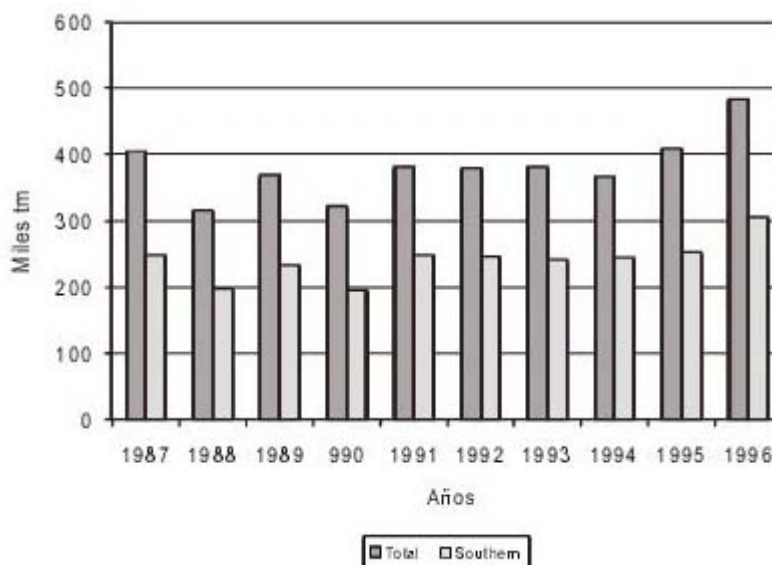
Antes de la década del sesenta, la empresa Cerro de Pasco Corporation (posteriormente estatizada como la empresa Centromín) casi monopolizaba el sector minero-cuprífero en Perú. A partir de 1960, Southern Peru Copper Corporation dio inicio a las grandes inversiones en el sur de Perú con la mina Southern-Toquepala. A partir de 1976, la producción de cobre vuelve a tener un salto por el inicio de las operaciones de la mina Southern-Cuajone. A mediados del período se incorporan a la producción otros yacimientos importantes, como Tintaya y Cerro Verde.

La Southern Peru Copper Corporation actualmente es el mayor productor de cobre en el país, representando más del 60% de la producción (Gráfico VIII-1). Esta empresa incluye dos minas a tajo abierto, dos concentradoras, una fundición y refinería y una planta de extracción por solventes y deposición.

Southern Peru es una empresa con capital mayoritariamente extranjero. Sus accionistas son Asarco Inc. (54,1%), una subsidiaria de The Marmon Corp. (14,2%), Phelps Dodge Overseas Capital Corp. (14%) y accionistas comunes (17,7%). Southern Peru está ubicada en los departamentos de Moquegua y Tacna, en el sur del país.

La empresa realizó los primeros estudios de exploración en los años cincuenta e inició sus actividades en 1960, con la explotación de la mina a tajo abierto de Toquepala. A lo largo de sus cuarenta años, Southern Peru ha explotado no sólo el yacimiento de Toquepala, sino también el yacimiento de Cuajone. Recientemente ha comprado la refinería de Ilo a Minero Perú y ha construido la planta de extracción por solventes y electrodeposición de Toquepala. Asimismo, ha contribuido al desa-

Gráfico VIII-1
PERÚ: PARTICIPACIÓN DE SOUTHERN EN LA PRODUCCIÓN DE COBRE



Fuente: Webb y Fernández-Baca, 1997.

rrollo de la infraestructura de la zona a través de carreteras que unen Cuajone y Toquepala con la costa de Ilo; un puerto dedicado a la exportación de cobre, tercero en el Perú después de Callao y Chimbote; y estaciones repetidoras y antenas de disco para captación de señales de televisión.

Además, Southern Peru ha desarrollado una serie de interrelaciones con empresas proveedoras peruanas. Para ello cuenta con tres oficinas de compras: una en Arequipa, para efectuar compras

regionales; otra en Lima, para compras nacionales de otras regiones; y una en Miami, para compras del extranjero. La oficina de Miami aceptaba hasta hace poco pedidos de otras empresas mineras que deseaban importar insumos.

Asimismo, por su ubicación geográfica –cerca a las regiones mineras de Chile– ha establecido relaciones comerciales y de colaboración con empresas chilenas. Tal es así que algunos suministros y equipos para su planta de electrodeposición han sido comprados en Chile, mientras que vende el exceso de su producción de ácido sulfúrico a empresas chilenas.

Southern Peru se ha caracterizado por utilizar la tecnología más avanzada en sus operaciones. Es la primera empresa minera en construir una planta de lixiviación bacteriana, y de solventes y electrodeposición a gran escala en Perú. Actualmente, mantiene relaciones de asesoría informal con otra empresa minera –Cerro Verde– que utiliza la misma tecnología y sostiene relaciones informales de colaboración con empresas mineras chilenas en el área de lixiviación.

La empresa Southern fue la primera empresa minera en negociar sus acciones en la Bolsa de Valores de Lima y en el New York Exchange Market (Wall Street). Esto ha permitido a la empresa financiar parte de su programa de expansión, tanto localmente como en Estados Unidos, así como llegar a una amplia base de inversionistas. Fue la primera empresa en emitir deuda en el mercado local a través de bonos a 7 años plazo (vía el Banco de Crédito), con un atractivo rendimiento de 8,25% anual.

Finalmente, Southern Peru mantiene buenas relaciones con la región y sus comunidades. Primero, la empresa provee servicios comunitarios completos para sus trabajadores –i.e. vivienda, facilidades educativas y atención médica. Segundo, ofrece importantes donaciones que se destinan a educación, organismos de apoyo a la comunidad, investigación arqueológica y a programas de salud. En tercer lugar, la empresa se ha preocupado en desarrollar proyectos de manejo para mejorar las condiciones ambientales en las comunidades adyacentes.

Una medida de la importancia relativa de la producción de cobre por parte de Southern se presentó en el gráfico VIII-1. Southern es la firma dominante en la producción de cobre en Perú, alcanzando un 63% del total producido en 1996, seguida de Tintaya, Cerro Verde y Centromín.

En este capítulo se estudian tanto las operaciones de Toquepala (mina a tajo abierto y planta de lixiviación), de Cuajone (mina a tajo abierto y concentradora) como de la refinería de Ilo.

2. LA AGLOMERACIÓN PRODUCTIVA EN TORNO A LA MINERÍA EN EL SUR DE PERÚ

El complejo Cuajone-Toquepala es de una minería caracterizada por la explotación a tajo abierto, con un alto grado de mecanización y con grandes inversiones. El proceso es integrado, usa técnicas sofisticadas de extracción y refinación, y es monometálico, produciendo casi exclusivamente cobre.

Este estudio usa encuestas a las principales empresas de la aglomeración y entrevistas directas para identificar y analizar las industrias más relacionadas dentro de la aglomeración regional. Este estudio de caso contiene una descripción cualitativa de la aglomeración cuprífera regional de la empresa Southern Peru en el complejo Cuajone-Toquepala.

Fueron entrevistadas las principales empresas proveedoras y las empresas que utilizan cobre para su posterior procesamiento. Una evaluación de los resultados de las encuestas directas a las empresas proveedoras destaca la potencialidad futura de los eslabonamientos y su relación con la aglomeración.

En cuanto a los eslabonamientos aguas abajo, el elemento más importante fue la identificación de las industrias que representan un encadenamiento hacia adelante. Se parte de una definición de las actividades que utilizan como insumo los productos de la minería y la metalurgia del cobre. La producción de estas empresas industriales es más elaborada (por ejemplo, alambre y tubería de cobre), puesto que la tecnología que usan es más sofisticada.

a) Eslabonamientos productivos

Para los eslabonamientos aguas arriba, se cuantificó el gasto y la inversión en 1998 a través de la consulta directa a la empresa minera Southern. Se obtuvo un listado comprehensivo de las empresas proveedoras de bienes y servicios para la actividad minera. Se seleccionó una muestra de las empresas proveedoras de bienes y servicios para ser encuestada. Los criterios para la selección de esta muestra fueron: empresas con un mayor volumen de ventas a la empresa, empresas con un mayor desarrollo tecnológico, empresas estratégicamente localizadas que permitan inferir mayores interrelaciones en el futuro.

El cuadro VIII-1 presenta la lista de las 20 principales empresas proveedoras locales de Southern Peru, correspondiente a 1998.

Cuadro VIII-1:
PRINCIPALES PROVEEDORES LOCALES DE SOUTHERN EN 1998
(por orden de facturación)

	Empresa	Principal insumo
1	Energía del Sur S.A.	Electricidad
2	Refinería La Pampilla S.A.	Combustibles
3	Ferreyros S.A.	Maquinaria/equipos
4	Moli-Cop Adesur S.A.	Metalmecánicos
5	Metalúrgica Peruana S.A.	Bolas de molino
6	Samex S.A.	Explosivos
7	Repuestos Diesel S.A.	Repuestos
8	Outokumpu Técnica Perú S.A.	Maquinaria/equipos
9	Empresa de Generación	Electricidad
10	Refractarios Peruanos S.A.	Material construcción
11	EXSA S.A.	Explosivos
12	Fundición Callao S.A.	Metalmecánicos
13	Vulco Perú S.A.	Rev. caucho mangueras
14	SiderPerú	Metalmecánicos
15	Asea Brown Boveri S.A.	Maquinaria/equipos
16	FIMA-EDYCE S.A.	Maquinaria/equipos
17	Tecnología Metálica S.A.	Metalmecánicos
18	Praxair Perú S.A.	Maquinaria/equipos
19	Datalink S.A.	Servicios
20	Baker Hughes Mining Tools Peru	Maquinaria/equipos

Fuente: Southern Perú.

Como se puede apreciar, entre los principales proveedores nacionales hay dos empresas que venden electricidad al complejo, seis que venden maquinaria y equipo mineros, cuatro empresas que proveen insumos metalmecánicos y una empresa de servicios. Otros proveedores importantes proveen combustibles, bolas de molino, repuestos, ladrillos de horno, explosivos y revestimientos de caucho y mangueras.

Un análisis de las compras de Southern muestra que, entre 1995 y 1997, la empresa compró localmente combustibles a dos empresas: Petroperú y, en menor escala, La Pampilla de Repsol (desde 1998 se invirtió la importancia de estos dos proveedores); las bolas de molino y piezas forjadas provienen de empresas de Arequipa y Lima. Otras compras nacionales fueron: nitrato de amonio, barras de acero de molino y los refractarios de Refractarios Peruanos S.A.

Asimismo, Southern importó palas mecánicas; camiones de arrastre; trituradores; agentes reactivos; las llantas de caucho; y productos químicos. Otras importaciones fueron: nitrato de amonio y ferrovías.

b) Análisis de la encuesta

La encuesta realizada a 120 empresas proveedoras de Southern, indica en primer lugar que entre las empresas proveedoras de Southern existe una cierta presencia de empresas con algunas décadas de operación en el país. La antigüedad de las empresas se encuentra concentrada en el rango de mayores de 10 años, que representa el 74% de las empresas encuestadas y que dio respuesta a la encuesta; mientras que sólo el 26% se puede considerar empresa ‘nueva’.

Algunos de los resultados resumen de esa encuesta se presentan en el cuadro VIII-2. Las ventas anuales de las empresas encuestadas es de US\$ 33 millones en promedio, con una gran dispersión: la empresa con mayores ventas (Ferreyros S.A.) alcanza valores de US\$ 303 millones anuales. Del promedio de ventas anuales, un 36% corresponde al sector minero y un 32% a la minería del cobre. Las exportaciones son marginales: en promedio, 10% de las ventas.

Cuadro VIII-2
ENCUESTA A LAS PRINCIPALES EMPRESAS PROVEEDORAS
DE SOUTHERN: ESTADÍSTICAS RESUMEN
(millones de dólares)

	Promedio	Desviación estándar	Valor máximo
Total ventas anuales	33.5	151.5	303.0
Ventas sector minería	12.0	33.3	151.5
Ventas minería del cobre	11.0	33.5	151.5
Exportaciones	3.7	7.7	30.3

Fuente: estimado con base en encuesta realizada por el autor.

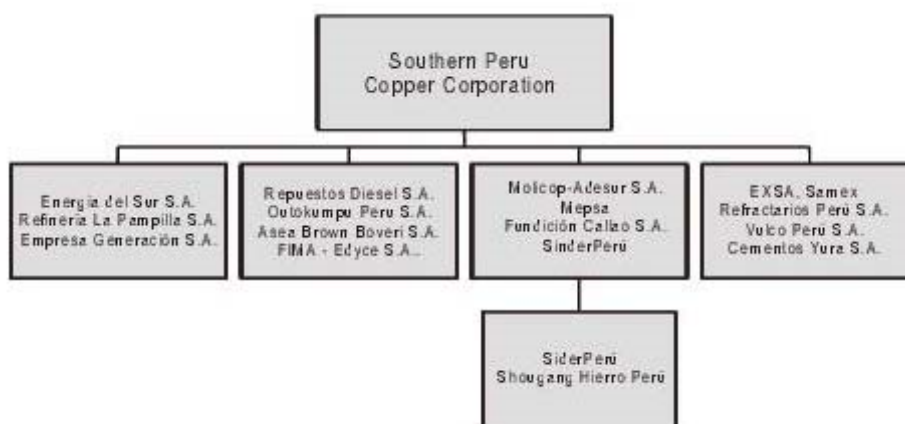
Las empresas encuestadas también reportan el país de origen del capital mayoritario de la empresa. El 61% de las empresas proveedoras son de capital peruano, el 19% de Estados Unidos-Canadá y un 20% de los otros orígenes, concentrados en Chile (10% de empresas).

Con respecto a la fase minera de atención, las empresas encuestadas reportan que la mayor parte de sus ventas son de insumos y equipos para operación (50%); en segundo lugar se encuentran los insumos y equipos para construcción (37%); y una menor proporción para los insumos y equipos de exploración minera.

c) Primera aproximación a la aglomeración

La información recabada sobre las interrelaciones anteriores de la Southern con otras empresas en el país, permite generar una primera aproximación a la aglomeración del sector minero del cobre en el sur de Perú (gráfico VIII-2).

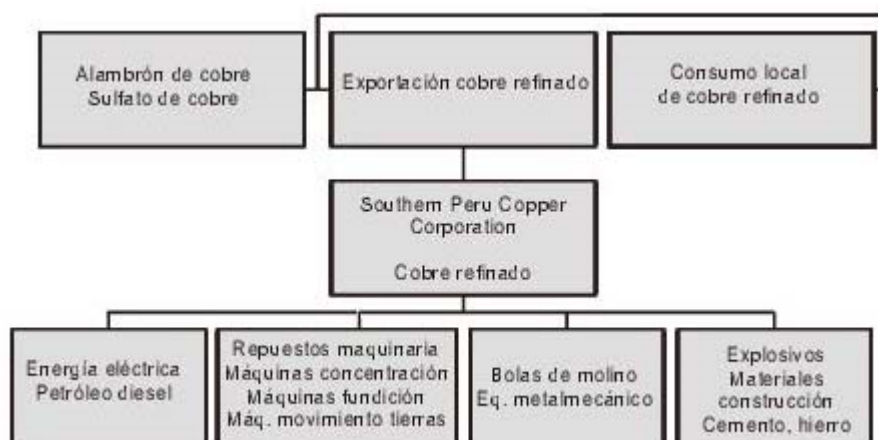
Gráfico VIII-2
CLUSTER MINERO DEL SUR DE PERÚ: EMPRESAS



El gráfico muestra las interrelaciones de la empresa con sus proveedores nacionales. Nótese que se está siendo flexible en la configuración de la aglomeración. Primero, se incluyen empresas locales que proveen los principales insumos mineros producidos en el país, pero también se incluyen empresas que proveen equipos de minería importados (Otokumpu, Asea Brown Boveri, Fima-Edyce). Segundo, se incluyen empresas localizadas en la región sur de Perú (Adesur, Cementos Yura), pero también se incluyen empresas ubicadas en la zona industrial de Lima Metropolitana, a unos 1.200 kilómetros al norte de Moquegua (Exsa, Mepsa, Repsa). Tercero, se incluyen empresas directamente relacionadas con la actividad minero-meta-lúrgica (Adesur, Mepsa, Exsa, Samex), pero también se incluyen empresas que abastecen insumos energéticos (Energía del Sur, La Pampilla). Cuarto, se incluyen las principales empresas productoras de insumos de la aglomeración (SiderPerú, Shougang).

Las interrelaciones estudiadas de la Southern también permiten generar una primera aproximación de la aglomeración en términos de insumos y productos (gráfico VIII-3).

Gráfico VIII-3
CLUSTER MINERO DEL SUR DE PERÚ: PRODUCTOS



Fuente: Elaboración propia sobre la base de encuestas.

El complejo productivo del cobre en el sur de Perú muestra que ya tiene importantes eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante. El cobre refinado (núcleo de la aglomeración) es producido tanto por un proceso pirometalúrgico en la refinería de Ilo como por un proceso de lixiviación con el método SX-EW (extracción por solventes y electrodeposición).

Del análisis de los encadenamientos hacia atrás, mostrados en el gráfico VIII-3, se puede inferir los siguientes puntos: i) Se han formado relaciones con las empresas productoras de algunos insumos importantes que son producidos internamente, tales como los explosivos químicos y las bolas de molino para las concentradoras. ii) Existe una relación de carácter menor con empresas productoras de materiales de construcción (cemento, refractarios, hierro, etc.). iii) Otros insumos, como la maquinaria y equipo de extracción, concentración y fundición, y los vehículos y maquinaria de movimiento de tierras, son básicamente importados, a pesar de que algunas partes y piezas puedan ser producidas internamente. iv) Finalmente, hay una estrecha relación con las empresas productoras de insumos energéticos genéricos (electricidad y petróleo) que son producidos internamente.

Una conclusión del análisis es que se estima que la industria peruana abastece un 78% de los insumos corrientes, excluida la maquinaria y equipo, y un 22% es importado. De otro lado, el 65% del abastecimiento de maquinaria y equipo es importado, mientras que un 35% es comprado internamente. En este último porcentaje se incluyen algunas partes y piezas de maquinaria y equipo y vehículos que son producidas internamente. Se espera que un proceso de maduración de la aglomeración y un incremento de la escala de la demanda nacional permitan impulsar la industria productora de maquinaria nacional, en todo caso, para el equipo menos sofisticado.

Asimismo, cabe destacar que los servicios de ingeniería están siendo suministrados en mayor proporción por las empresas nacionales, los cuales representan los encadenamientos 'laterales' de la aglomeración. El avance ha sido notable en la etapa de implementación de nuevos proyectos mineros, donde se evidencia que cada vez más las empresas constructoras nacionales son seleccionadas en las licitaciones para la construcción de la infraestructura de los nuevos proyectos.

La información obtenida permite constatar que en los últimos años han surgido cambios en la prestación de servicios a las empresas mineras en general, y a Southern Peru en particular. En un mayor volumen, las actividades de transporte y comercialización de productos minero-metalúrgicos y los servicios de ingeniería han estado a cargo de empresas nacionales. Una tendencia es la subcontratación de empresas peruanas para la construcción de equipos e instalaciones, siguiendo los diseños elaborados por empresas extranjeras.

d) Eslabonamientos hacia adelante

En esta parte se intentó la identificación de las industrias que utilizan como insumo los productos de la metalurgia del cobre. Estos encadenamientos también se muestran en el Gráfico VIII-2. La mayor parte del cobre refinado se exporta por el puerto de Ilo. Sin embargo, hay una pequeña proporción de la producción que se destina a su procesamiento en alambrón y alambre, sulfato de cobre y otros usos. Cabe mencionar que un producto secundario de la actividad pirometalúrgica del sur es el ácido sulfúrico, que es vendido en el mercado interno e incluso exportado a Chile.

Una de las primeras empresas en producir alambrón y alambre de cobre en Perú es Indeco Peruana S.A., seguida de Conductores Eléctricos Peruanos S.A. y Tecnofil S.A. De otro lado, las principales empresas productoras de sulfato de cobre son: Sulfato de Cobre S.A. y Sulfatos y Derivados S.A.

Finalmente, para describir en forma más comprehensiva la aglomeración del cobre, se debe considerar también las relaciones externas más intangibles de la empresa. Southern Peru mantiene, desde tiempo atrás, relaciones externas con instituciones públicas, académicas y gremiales, que son parte importante del cúmulo de relaciones de la aglomeración. Entre éstas cabe destacar, la Pontificia Universidad Católica en Lima y la Universidad San Agustín de Arequipa. La empresa ha auspiciado un amplio programa cultural que incluye un Programa de Apoyo a las Comunidades Andinas, premios nacionales de arte y música, y un apoyo a la Asociación Contisuyo, que ejecuta investigación arqueológica y administra un museo en Moquegua.

e) Impactos sociales de la aglomeración productiva en torno a la minería en el sur de Perú

Finalmente, existe un aspecto de los impactos de la aglomeración del cobre en el sur de Perú que no se recoge en los gráficos anteriores: la importancia que ha tenido la actividad minero-cuprífera en términos del desarrollo económico y social de áreas remotas de Perú. Cuando se cuestionan los impactos sociales de los proyectos mineros, se está ignorando lo obvio: la mera presencia de una inversión minera es en sí una contribución al desarrollo social¹.

De acuerdo con las estadísticas de la Sociedad de Minería, el sector minero provee empleo directo solamente a unas 51 mil personas, pero el impacto sobre el empleo directo e indirecto alcanza a 255 mil personas. Si adicionalmente se consideran los dependientes familiares (995 mil personas), se estima que 1.25 millones de personas son económicamente dependientes de la minería². De manera más específica, la minería del sur (Southern) da empleo directo a 8.500 personas, lo que representa un 18% del total de empleos directos que genera la minería en el nivel nacional³.

Es interesante notar que los salarios del sector minero han sido tradicionalmente superiores a los vigentes en el mercado. En 1996, el salario mínimo del sector era 67% mayor al salario promedio en Lima⁴.

En el caso de Southern, el proceso de apoyo al desarrollo comunitario tiene más de cuarenta años. En salud, los hospitales de la empresa proveen servicios a 22 mil personas en los campos mineros; inclusive a gente que no trabaja para la empresa. Las metas alcanzadas incluyen 15 mil hospitalizaciones, 30 mil emergencias y 1.500 operaciones quirúrgicas por año. Las tasas de morbilidad y mortalidad son muy superiores al promedio nacional y comparables con las existentes en países desarrollados. En educación, las estadísticas de la calidad de enseñanza muestran que 80% de los graduados de secundaria ingresan directamente a las universidades en el primer

¹. Preble, 1999.

². Flury, 1999.

³. Preble, 1999a.

⁴. Preble, 1999.

año⁵. Cabe mencionar que la zona sur se ubica en segundo lugar en cuanto a tasa de alfabetización y disponibilidad de servicios públicos de agua, desagüe, electricidad, telefonía, después de Lima⁶.

Finalmente, la empresa ha establecido relaciones comerciales con 443 pequeñas y medianas empresas del sur, las que durante 1998 facturaron a Southern más de 50 millones de dólares⁷.

f) La dimensión ambiental

Según voceros de la empresa, si hay una empresa en Perú que está poniendo especial cuidado con el medio ambiente, ésta es Southern Peru, con un presupuesto de US\$ 280 millones destinados a proyectos de protección ambiental durante 1995-1996. Entre los principales proyectos implementados se puede mencionar la construcción de la planta de ácido sulfúrico y de captura de sulfuros en la fundición de Ilo, para reducir de este modo la contaminación del ambiente por la emisión de óxidos sulfúricos en el aire. Asimismo, la empresa cuenta con una serie de proyectos relacionados con la mejora de la tecnología y el remplazo de equipos obsoletos de la fundición, el monitoreo y la protección del medio ambiente en Ilo, y la disposición de relaves⁸.

3. FORTALEZAS, DEBILIDADES, POTENCIALES EXTERNALIDADES, SINERGIAS Y ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN

Las debilidades de la aglomeración se pueden explicar por los siguientes tres factores: (i) las limitaciones de las capacidades tecnológicas existentes en el país; (ii) la insuficiencia de demanda

interna para alcanzar escalas mínimas de producción; y (iii) las limitaciones actuales para financiar nueva inversión directa extranjera o alianzas estratégicas con proveedores o inversores extranjeros.

En la sección anterior se identificaron algunos productos sobre los cuales se está articulando la aglomeración minera cuprífera del sur de Perú. Los cuatro principales rubros identificados son: combustibles y energía, maquinaria y equipo, productos metalmecánicos, y otros insumos (explosivos, neumáticos, plásticos, materiales refractarios, reactivos químicos, servicios de ingeniería).

La identificación de las debilidades (y potencialidades) se hará también en el nivel de los rubros anteriores. En algunos de ellos existen empresas nacionales con

5. Preble, 1999.

6. Preble, 1999a.

7. Preble, 1999a.

8. Seinfeld *et al.*, 1998.

amplia trayectoria, aunque se puede apreciar, inclusive, que algunas de estas empresas están perdiendo competitividad frente a las empresas extranjeras.

En combustibles y energía es poco lo que se puede esperar en materia de profundización de interrelaciones productivas. Inclusive, puede preverse que las necesidades energéticas de la empresa Southern Peru disminuyan, como resultado de la incorporación de la nueva tecnología de lixiviación bacteriana a segmentos más amplios de producción de cobre refinado. La lixiviación requiere menos uso de combustibles que la refinería pirometalúrgica de Ilo.

En maquinaria y equipo, cualquier avance tendrá como condicionante el limitado nivel de capacidades tecnológicas dentro del país. Como ya se adelantó, un proceso de maduración de la aglomeración y un incremento de la escala de la demanda nacional podría impulsar una industria nacional productora de equipo menos sofisticado.

Los productos metalmecánicos y los otros insumos (explosivos, neumáticos, plásticos, materiales refractarios, reactivos químicos, servicios de ingeniería) son los segmentos de la aglomeración en donde se presenta un menor nivel de debilidades. Es aquí donde se puede esperar que una demanda ampliada por insumos mineros genere externalidades positivas. Actualmente, la ampliación de proyectos mineros está generando una mayor participación de empresas nacionales o multinacionales localizadas en el país. La fabricación de equipos minero-metalúrgicos está siendo contratada directamente (o subcontratada) a empresas peruanas. Así, el consorcio de la empresa Cosapi con Bechtel construyó la planta hidrometalúrgica de Toquepala; y FIMA está construyendo tanques de lixiviación que son usados por la empresa.

Es importante discutir ahora cuáles son los rubros que presentan ventajas potenciales que podrían redundar en una maduración de la aglomeración estudiada. Estas ventajas se darían debido a que el aumento de la actividad minera en el país elevaría la demanda por estos productos. Asimismo, existe un mercado de tecnología que permitiría la producción de aquellos productos cuya tecnología es menos sofisticada y que aún no se fabrican en el país.

Algunas externalidades, sinergias y economías de aglomeración podrían esperarse como resultado del “Plan de expansión y modernización de la empresa Southern” para el período 1999-2003, a un costo de US\$ 1.200 millones. Este plan incluye, en primer lugar, una expansión de la concentradora de Cuajone, con un incremento de la capacidad de chancado, triturado y flotación. Cabe señalar que una parte importante de los nuevos equipos mineros podrían ser proporcionados por proveedores nacionales.

En segundo lugar, el plan contempla la expansión de la planta de extracción por solventes y electrodeposición de Toquepala (SX-EW), lo que incrementará la demanda por equipo e insumos de operación. La nueva planta producirá 62 mil tm de cobre anualmente, a un costo inferior a US\$ 0.40 por libra.

En tercer lugar, se prevé la expansión de la modernización de la fundición de cobre en Ilo. Un nuevo horno Outokumpu y nuevos convertidores de fusión rápida entrarán en operación en el año 2003, lo que permitirá un índice de recaptura de sulfuros de cobre comparable a las mejores fundiciones del mundo. Esto constituye una externalidad positiva importante en el área de mejoramiento del medio ambiente.

4. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

En esta sección presentaremos un avance de recomendaciones de política que surgen del análisis realizado y tratan de promover el fortalecimiento de la aglomeración en torno al cobre en el sur de Perú y de incrementar su competitividad a nivel internacional.

Las formas en que se concreta el fortalecimiento de la aglomeración son:

- Expansión de la producción en empresas ya existentes. Por ejemplo, se puede alcanzar un fortalecimiento de la aglomeración si se incrementara la producción y venta de bolas de molinos de la empresa Aceros del Sur de Arequipa, cercana al complejo minero de cobre del sur, sustituyendo a la producción originaria de otras fuentes más lejanas. Por supuesto, se supone que esta producción incremental tiene costos de producción competitivos.
- Creación de nuevas empresas en industrias existentes en el país. Por ejemplo, se puede alcanzar un fortalecimiento de la aglomeración si se iniciara la producción de explosivos en una nueva empresa localizada en la región de Arequipa-Moquegua-Tacna, cercana al complejo minero de cobre del sur. Aunque no parece óptimo quitarle ventas a una empresa de Lima para constituir una nueva empresa en el sur, se supone que se genera una nueva producción a costos competitivos, que tendría una influencia beneficiosa para la aglomeración dado que se reducen los costos de transporte y los precios de oferta. Es posible, inclusive, que dada la expansión de la demanda en la próxima década la nueva empresa no reduciría las ventas de la empresa de Lima, sino que ambas compartirían un mercado creciente más competitivo.
- Creación de nuevas empresas en nuevas industrias. Por ejemplo, se puede alcanzar un fortalecimiento de la aglomeración si se iniciara la producción de equipos de minería en una nueva empresa localizada en la región sur de Perú, cercana al complejo minero de cobre del sur, sustituyendo a importaciones.

Con los objetivos de política en mente, se pueden esbozar lineamientos de política para desarrollar la aglomeración en torno a Southern Peru. Es claro que la implementación de estas acciones de política requerirán de una acción conjunta y de una participación activa de todos los actores involucrados: de instancias gubernamentales, de la Southern Peru, de las empresas proveedoras, de niveles institucionales regionales y locales.

Entre las políticas que ayudarían a promover el desarrollo de la aglomeración se pueden adelantar las siguientes:

- Desarrollo de la demanda por insumos producidos por proveedores nacionales y/o regionales. Esto es más claro para los insumos mineros que a la fecha siguen siendo exclusivamente importados. Es de esperar que, en forma natural, una demanda creciente por insumos pueda potencialmente incentivar el *inicio* de producciones nacionales y/o regionales competitivas, una vez que se alcance un umbral que permita el aprovechamiento de economías de escala por parte de la nueva producción. Las políticas podrían apoyar este proceso natural, alertando e informando a las partes potencialmente interesadas. Una forma de implementar esto es vía la identificación de las líneas de producción con viabilidad para ser desarrolladas local o nacionalmente. En el país, el Ministerio de Industrias (Red de Promoción de Inversiones) y la Sociedad Nacional de Industrias (Centro de

Desarrollo Industrial) están creando una base de información para estimar la demanda potencial por los productos de la industria nacional en los próximos años, y el Ministerio de Energía y Minas, y la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía tienen interés en unirse a estos esfuerzos.

- Atracción de inversión extranjera directa, o promoción de inversiones conjuntas, en nuevas empresas e industrias complementarias, para expandir la cadena de producción de la aglomeración y para fortalecer la posibilidad de que se den externalidades positivas para las empresas ya existentes. Para lograr este objetivo es necesario que haya una participación activa del gobierno central, del gobierno regional y local y de los gremios empresariales regionales de manera de: (a) la promoción al establecimiento de subsidiarias de empresas transnacionales (Caterpillar, por ejemplo) vía eventos promocionales, (b) la provisión de infraestructura física, (c) el desarrollo de una infraestructura tecnológica vía el mejoramiento de la educación técnica y laboratorios para investigación y desarrollo en las universidades regionales (por ejemplo en la Universidad San Agustín de Arequipa). Debe haber una política decidida y consciente de promocionar más al Perú y a la región sur como receptor de inversión extranjera. (Actualmente, la mayor parte de las subsidiarias de empresas extranjeras productoras de equipos, bienes e insumos mineros sólo mantienen funciones de comercialización mientras que prefieren instalar sus plantas en otros países como Chile).
- Transferencia de tecnología hacia firmas regionales y locales. A la empresa núcleo de la aglomeración (la Southern) le debe interesar generar a futuro fuentes de oferta cercanas y competitivas para sus insumos. Una primera forma de apoyo a este proceso de transferencia tecnológica pueden ser programas de formación de recursos humanos calificados en la región, que apoyen a futuro las transferencias de tecnología. Como se mencionó, Southern ha establecido convenios con las universidades San Agustín en Arequipa y Universidad Católica en Lima. Un siguiente paso podría ser desarrollar programas y cátedras para que se incentive la enseñanza de cursos relacionados con formación de recursos humanos. Otra forma de apoyo es a través de las casas subsidiarias de cadenas internacionales. Dado que las subsidiarias generalmente mantienen una estrecha relación con sus casas matrices, generalmente conocen y usan las mejores tecnologías disponibles en métodos de producción, de control de calidad, de logística de aprovisionamiento, de gerencia y desarrollo de recursos humanos, y de estándares internacionales (por ejemplo, certificaciones ISO 9000). Esto brinda una oportunidad para que estas subsidiarias actúen como agentes para la transferencia de tecnología. Es cierto que no parece factible que una empresa subsidiaria de una transnacional transfiera *know-how* a potenciales competidores nacionales. Lo que se puede esperar es una actualización de los adelantos tecnológicos de la subsidiaria (transferencia matriz-subsidiaria) que generen externalidades de impactos indirectos sobre otras empresas. También es factible una capacitación tecnológica de conocimientos genéricos (excluyendo tecnologías específicas y/o patentadas).
- Desarrollo de nuevas empresas o industrias vía una mayor información de mercados y con base en previsiones de demanda a futuro. Para desarrollar los proveedores de la aglomeración, Southern Peru podría hacer públicas sus necesidades futuras a las instituciones regionales y locales. Asimismo, podría perfeccionar sus procedimientos para calificar a nuevos eventuales proveedores. Se podría seguir el ejemplo de Codelco en Chile que establece períodos de prueba para los nuevos proveedores antes que puedan licitar contratos grandes. Las instituciones gremiales regionales y locales y las instituciones gubernamentales podrían establecer conjuntamente un programa para ayudar a las empresas postulantes a prepararse para satisfacer niveles mínimos de exigencia de calidad y oportunidad de abastecimiento.

Es necesario enfatizar que las anteriores políticas no deben significar la introducción de esquemas de subsidios o de distorsiones económicas que puedan conllevar a ineficiencias en la asignación de recursos productivos. No se recomienda usar protecciones o aranceles para fomentar la aparición de

nuevas industrias o la expansión de industrias existentes, porque eso contradice el objetivo enunciado de la política que es apoyar en la competitividad de las producciones exportables.

Las políticas discutidas –desarrollo de demanda, inversión extranjera y capacitación tecnológica– también pueden interpretarse como parte de una política de desarrollo industrial que trate de incentivar producciones nacionales competitivas. Entre los objetivos de tal política industrial estarían: primero, corregir las posibles fallas de mercado que no incentiven una expansión de la producción nacional o nuevas inversiones industriales y, segundo, contribuir por lo menos a nivelar el campo de juego en que actúan las empresas nacionales compitiendo con proveedores extranjeros.

Entre las posibles fallas de mercado podríamos citar una falta de competencia y reglas de juego equitativas. Así, en algunos casos la inversión directa extranjera en minería viene atada a la provisión de insumos por parte de firmas proveedoras extranjeras. Esta política empresarial generalmente se implementa a través de requerimientos de calidad de los insumos, pero puede suceder que se esté desplazando a producción nacional más competitiva que los insumos importados. Este tipo de falla de mercado puede requerir regulaciones gubernamentales que alienten una mayor competencia.

Además de definir las regulaciones que alienten una competencia justa y una nivelación del campo de juego, el papel del Estado debe ser contribuir al fortalecimiento de la red de infraestructura y del capital humano de la comunidad regional, a través de la capacitación del personal actual y potencial de las empresas locales. Ambas acciones contribuyen a mejorar la competitividad de las empresas en el ámbito nacional.

En este punto es importante precisar el papel del gobierno a nivel central y distinguirlo del regional o local. Conceptualmente, el gobierno central debiera proveer las regulaciones y los recursos públicos para el financiamiento del desarrollo de la infraestructura física y tecnológica. Los gobiernos locales (o la sociedad civil) debe concentrarse en los ámbitos donde tiene una cierta ventaja comparativa, esto es, algunos de los temas ya avanzados tales como: la identificación de líneas de producción con viabilidad para ser desarrolladas localmente, la promoción a la inversión directa extranjera o el establecimiento de subsidiarias de empresas transnacionales, el desarrollo de una infraestructura tecnológica local, el mejoramiento de la educación técnica en las universidades regionales y el desarrollo de institutos regionales de investigación y desarrollo.

5. CONCLUSIONES

Este capítulo presentó una primera aproximación a la identificación de la aglomeración en torno a Cuajone-Toquepala-Ilo de Southern Peru. El estudio demuestra que la aglomeración de la minería del cobre en el sur de Perú se ha desarrollado más allá de la categoría de incipiente o embrionario. Los eslabonamientos hacia atrás son, hoy en día, más importantes y se han incrementado continuamente en los cuarenta años del período de vida de la aglomeración estudiada. La mayor parte (80%) de los insumos de operación y de los servicios son ofertados por proveedores nacionales, y un 35% de la maquinaria y equipo son de origen nacional. Los eslabonamientos “aguas abajo” son limitados todavía, debido a que la mayor parte de la producción de cobre refinado es exportado.

Como se mencionó, la Southern mantiene relaciones externas con instituciones públicas, académicas y gremiales, que son parte importante del cúmulo de relaciones de la aglomeración. Un trabajo de investigación a futuro debe explorar más exhaustivamente las relaciones externas de la empresa que no son de carácter comercial y tangible, pero que sí se relacionan con la capacidad productiva de la empresa (capacitación, investigación y desarrollo, servicios de ingeniería, etc.).

La estrategia de la empresa ha consistido en mantener estrechas relaciones con instituciones académicas, centros de investigación y servicios de ingeniería locales. La empresa ha sido pionero tecnológico en el país con la planta de solventes y electrodeposición, así como la lixiviación

bacteriana. Es claro que este esfuerzo requirió una capacidad tecnológica local. Una demostración de que se produjo un proceso de difusión de esta capacidad tecnológica en Perú es que algunas tecnologías han sido replicadas en otros proyectos, como Cerro Verde. Hay ejemplos de que la empresa Southern aprovecha la proximidad geográfica para interactuar con otras empresas y aprender juntos: con empresas chilenas en lixiviación, con asesoría informal a Cerro Verde.

Otra conclusión es la necesidad de definir la aglomeración no estrictamente en función de la zona sur de Perú. En esencia, estamos buscando creación de externalidades dinámicas estimuladas en alguna medida por la proximidad geográfica, tales como aprendizaje productivo por interacción. Algo de esto se observa en este estudio de caso, aunque sí se consideró las relaciones con empresas e instituciones en Perú no tan cerca del sur, pero con las cuales existe una interacción directa. Es que la expresión geográfica de la aglomeración en torno a la minería en Perú parece ser muy amplia, manteniendo su importancia el complejo industrial de Lima (aunque el papel de la región Arequipa parece estar aumentando): la mayor proporción de insumos y equipo de manufactura nacional proviene de Lima, así como el financiamiento y la consultoría. Inclusive, en trabajos futuros, habría que considerar el norte de Chile como parte de la “proximidad geográfica”.

Finalmente, es importante terminar expresando la preocupación, ya señalada por Gonzales de Olarte (1988), que existan escasos estudios de carácter regional que den cuenta de la estructura y funcionamiento de las economías regionales en Perú. Esperemos que estudios como el presente susciten nuevas investigaciones que permitan conocer las características y las limitaciones regionales, para generar propuestas de políticas que apoyen un desarrollo regional igualitario y sustentable.

CAPÍTULO IX

EL CASO DE TAMBORAQUE

Juana R. Kuramoto

INTRODUCCIÓN

Las empresas de gran minería en Perú parecen contribuir relativamente poco al fortalecimiento de los proveedores mineros nacionales, debido a su escaso nivel de compras nacionales. Una razón para esto es que los requerimientos tecnológicos de estas empresas pocas veces pueden ser satisfechos por las empresas nacionales. Asimismo, parece que existen fallas de mercado debido a que las grandes empresas no tienen conocimiento de las capacidades tecnológicas de los proveedores nacionales mientras que estos últimos carecen de un eficiente sistema de mercadeo que les permita llegar a las grandes empresas mineras.

Por otro lado, el procesamiento nacional de la producción minera también es limitado debido a que la mayor proporción de ésta es exportada directamente ya que hay una escasa demanda interna. Este es un problema estructural de la economía peruana que por su incipiente nivel de industrialización demanda pocos minerales. Más aún, la especialización en la producción de oro y cobre que está caracterizando la minería peruana estaría ahondando este problema. Finalmente, grandes empresas mineras demandan pocos servicios conexos –como consultoría minerológica, geológica, etc.–, siendo estos servicios contratados directamente en el exterior.

En este panorama desalentador, algunas empresas e instituciones nacionales muestran un camino de aprendizaje. Empresas proveedoras de equipos e insumos mineros al asociarse con proveedores

líderes en equipos mineros están ofreciendo servicios y productos más sofisticados, e incluso han ingresado a mercados internacionales. Asimismo, los centros de capacitación industrial han lanzado programas para la capacitación de personal minero y están prestando servicios de consultoría. El dinamismo de estas empresas e instituciones, inducido por la recuperación de la minería nacional, se ha visto fortalecido principalmente por la demanda de las empresas mineras de estratos medianos y pequeños.

La ejecución del proyecto minero de Tamboraque, de propiedad de la empresa Minera Lizandro Proaño S.A. (Mlpsa), presenta características especiales que sugieren una colaboración estrecha entre diversos agentes productivos, lo cual es favorable para la consolidación de una aglomeración en torno a la minería a nivel nacional.

En este proyecto se transforma una mina productora de plomo y zinc en una mina productora de oro mediante el uso de una tecnología nueva para la minería peruana. Tamboraque recuperó, inicialmente, oro –en la forma de carbón activado– de los relaves de esta mina mediante lixiviación bacteriana; posteriormente la empresa está procesando material minado al igual que muchas empresas mineras que producen este metal.

Este proyecto minero se ha ejecutado siguiendo la práctica común en la minería actual de involucrar a varios agentes. Es así como además de la empresa minera, involucra a dos fondos multinacionales de inversión (Repadre International Corp. y Global Environment Emerging Markets Fund) que facilitaron parte del financiamiento que ascendió a US\$ 23 millones¹. Como también, a una empresa de ingeniería sudafricana (Gencor Limited) que licenció la tecnología. Pero quizás lo más importante es la presencia de diversos entes locales que tuvieron una participación activa en este proyecto.

Para su ejecución se ha necesitado del trabajo conjunto de la propia empresa minera, de un centro de capacitación minera (Tecsup) –para construir un prototipo del equipo de lixiviación bacteriana y de un fabricante de equipos nacional (FIMA S.A.)– que se encargó del 80% de la construcción del complejo. Esta es una de las pocas veces en que se da este tipo de colaboración estrecha entre varios agentes nacionales de la aglomeración, más aún, tratándose de la ejecución de un proyecto que usa nueva tecnología.

Por otro lado, a diferencia de la mayoría de las operaciones mineras, este proyecto ha sido pensado para tener una articulación ‘hacia adelante’. La empresa nacional (Procesadora Sudamericana) procesa el carbón activado que produce la mina y lo regresa a la empresa minera en la forma de oro y plata refinados. Es importante mencionar que la mayoría de las empresas productoras de oro producen barras doré –i.e. mezcla de oro y plata– que son vendidas a refinerías extranjeras.

Este capítulo argumenta, a través de la experiencia de Tamboraque, que sí hay un potencial para el desarrollo de una aglomeración productiva en torno a la minería peruana que tenga como centro de articulación a la mediana y pequeña minería. Asimismo, se identificarán los principales factores que inducen al trabajo conjunto de diferentes agentes de la aglomeración. Se buscará identificar los principales espacios de interacción entre los mismos, así como los principales ámbitos de aprendizaje que se generan y cómo estos agentes capitalizan dicho conocimiento. Finalmente, se extraerán lecciones de política conducentes a incrementar la interrelación de los distintos agentes de la aglomeración y a propiciar la transferencia y adaptación de tecnología.

¹. Minas y Petróleo, 1999.

1. CARACTERIZACIÓN DE LA MEDIANA Y PEQUEÑA MINERÍA EN PERÚ

Las empresas de mediana minería tienen una capacidad de tratamiento de mineral de 350 tm a 5.000 tm por día. Estas empresas pertenecen generalmente a capitales nacionales aunque últimamente también se aprecia la presencia de asociaciones con capitales extranjeros. Los yacimientos que

generalmente explotan son polimetálicos con contenidos de zinc, plomo, plata y oro. Éstos, generalmente, se encuentran ubicados en la zona Andina entre los 3.800 y los 5.000 metros sobre el nivel del mar.

El método de explotación que usan es subterránea, ya que la mayoría de los yacimientos tienen vetas angostas con altas leyes de mineral. El nivel de mecanización es diverso, dependiendo de la capacidad de tratamiento de la planta. Es así que una empresa que procesa niveles cercanos a las 350 tm por día tendrá un nivel de mecanización menor y utilizará mayor cantidad de mano de obra comparado con una empresa que procesa cerca de las 5.000 tm diarias. Esta última utilizará métodos de explotación más mecanizados y, por tanto, su absorción de mano de obra será relativamente menor que en las empresas más pequeñas.

En 1998, las empresas de mediana minería produjeron el 5,27% del cobre, 69,91% del plomo, 74,90% del zinc, 79,87% de la plata y 25,88% del oro producidos en el país. Asimismo, estas empresas contrataron 31.462 personas, o sea que captaron el 53% del personal ocupado en minería.

El crecimiento experimentado por la minería nacional se ha visto reflejado en algunas de las empresas de este estrato minero. Siendo las empresas más grandes las que han logrado un mayor dinamismo. Es así que empresas pertenecientes a grupos mineros grandes como Buenaventura, Volcan y Milpo han experimentado un gran crecimiento debido a las inversiones que les han permitido aumentar su productividad y bajar sus costos.

Por su parte, las empresas pertenecientes a la pequeña minería son aquellas que procesan como máximo 350 tm de mineral al día. Debido a su baja producción, los niveles de mecanización utilizados por estas empresas son bastante bajos. Los yacimientos que explotan son similares a aquellos explotados en mediana minería. En 1998, estas empresas produjeron el 0,06% del cobre, 1,96% del plomo, 0,89% del zinc, 1,06% de la plata y 2,45% del oro producidos en el país. Sin embargo, a esta última cifra habría que agregar 23,95% correspondiente a la producción en lavaderos y de productores artesanales. En términos de empleo, su participación es mínima, captando sólo 4% del personal ocupado en minería, o 2.367 trabajadores.

La importancia de la pequeña minería ha disminuido marcadamente en la última década, no habiendo podido beneficiarse del dinamismo que ha caracterizado a la minería nacional durante el mismo período. Es más, en los últimos dos años, los bajos precios de los minerales han ocasionado que muchas de estas empresas hayan tenido que cerrar sus operaciones, por lo que para muchos este estrato minero ha

prácticamente desaparecido. Esto se debe a que las empresas más pequeñas tienen dificultades en reducir sus costos de producción dado el limitado nivel de mecanización y, por tanto, la baja productividad en sus operaciones.

2. EL PROYECTO MINERO DE TAMBORAQUE

La existencia de importantes recursos con contenido de oro, el seguimiento de los avances tecnológicos en el área de lixiviación bacteriana para la recuperación de oro y un prolongado proceso de investigación y desarrollo fueron los principales factores que indujeron la puesta en marcha de este proyecto.

La empresa Minera Lizandro Proaño S.A. sabía que sus relaves tenían oro. Ellos representaban alrededor del 60% de sus recursos debido a que Mlpsa producía concentrados de plomo y zinc. Sin embargo, no podía recuperar el oro por los altos contenidos de arsénico. Se había tratado de producir concentrados de arsenopirita con oro, pero los castigos en la comercialización, debido al arsénico, eran demasiado altos. Ante la imposibilidad de recuperar el oro, se decidió almacenar los relaves en la cancha de Coricancha hasta que se pudiese aplicar alguna tecnología que recuperase el metal de manera rentable.

Hacia 1984, el gerente de operaciones y el asesor metalúrgico de MLPSA contactan a un ingeniero metalurgista que trabajaba en investigación metalúrgica en Centromín. Este mismo ingeniero había ido a Rusia para seguir un curso sobre lixiviación bacteriana y, en ese país, había trabajado en una planta piloto en donde se trataban concentrados de arsénico y oro. Los ingenieros de Mlpsa le dan una muestra del concentrado y se empiezan a hacer pruebas de lixiviación bacteriana. En éstas se logra una recuperación del oro del 75%. Sin embargo, estos resultados no fueron considerados como buenos por Mlpsa y se archiva el informe.

El avance tecnológico en el tratamiento de minerales de oro con contenidos de arsénico fue avanzando en dos líneas. Por un lado, estos concentrados se estaban tratando mediante tostación, es decir, la exposición del mineral a altas temperaturas –en hornos– para lograr cambios químicos que permitan liberar el arsénico contenido en el mineral. La desventaja de este método es su capacidad contaminante, ya que los polvos que se liberan son difíciles de captar en chimeneas. Una aplicación de esta tecnología se da en la mina El Indio, en Chile, que instala una planta de tostación y cuyo producto de venta eran los concentrados de oro. Por otro lado, se estaban desarrollando diversos métodos de lixiviación –bacteriana y mediante cianuro– para el tratamiento de minerales de oro que estaban dando buenos resultados. Uno de ellos era la planta Ferbie en Sudáfrica que había inaugurado una planta de lixiviación bacteriana con una capacidad de tratamiento de 10 tm por día.

Entre 1986 y 1988, la cooperación técnica belga donó unos hornos de tostación al Instituto Nacional de Geología, Minería y Metalurgia (Ingemmet). Mediante un acuerdo con esta institución se empezaron a hacer estudios para tostar los concentrados de MLPSA con el fin de eliminar el arsénico. Los ingenieros de Mlpsa visitaron esta planta. Al mismo tiempo, se enviaron muestras de los concentrados a un laboratorio canadiense para hacer pruebas de tostación y de lixiviación a presión. En la primera, se logró un nivel de recuperación de tan sólo 60%, mientras que en la segunda la recuperación era del 95%. Estos resultados hacen que se opte por seguir buscando opciones tecnológicas en el área de la lixiviación.

De acuerdo con los resultados obtenidos, Mlpsa había estimado construir una planta de 200 tm/día, pero el método de lixiviación a presión era rentable a partir de capacidades de producción de oro de 50.000 oz/año. Asimismo, la empresa Gencor, que era la dueña de la tecnología, pedía alrededor de US\$ 1 millón por licenciarla, además de US\$ 600.000 para realizar el pilotaje. Estos niveles de inversión eran muy altos para la empresa minera, por lo cual se decide abandonar esta ruta para el desarrollo del proyecto.

a) Agentes involucrados

Ante los altos costos para desarrollar el proyecto Tamboraque licenciando la tecnología de la empresa sudafricana Gencor, Mlpsa decidió proseguir con el proyecto por su cuenta contando con la ayuda de instituciones nacionales. De esta manera, se definió la participación de los agentes nacionales que hicieron de este proyecto uno de los pocos en los cuales se dio una interacción importante, similar a la encontrada en *clusters* dinámicos.

Minera Lizandro Proaño S.A.

Mlpsa inició sus operaciones en el yacimiento de Tamboraque en 1905. Este yacimiento ubicado en el distrito de San Mateo, provincia de Huarochirí, departamento de Lima, había sido explotado desde la época colonial, en la cual se hacía oro por un método rudimentario de amalgamación.

En 1906, Mlpsa construyó una fundición y años más tarde, en 1939, una planta de flotación con una capacidad de tratamiento de 50 tm diarias. Es en esta época que se empieza a explotar minerales de plomo, cobre y zinc. Por un problema de reducción de reservas, las operaciones pararon en 1964, sin embargo, la planta concentradora siguió procesando mineral de las minas vecinas. En 1979 se retomó la explotación de la mina.

Hasta hace poco, Mlpsa era considerada una empresa de pequeña minería cuyos principales productos eran los concentrados de zinc y plomo. La capacidad de tratamiento de su planta concentradora era de 200 tm diarias. Con el proyecto de ampliación de la planta Tamboraque, se llegó a 600 tm diarias. Se planea una futura ampliación a 2.400 tm diarias. Asimismo, el proyecto ha permitido que se procesen 260.000 tm de relaves acumulados con contenidos de 0.108 onzas de oro por tm y de 1.21 onzas de plata por tm.

Tecsup

El Centro Tecnológico Superior (Tecsup) fue creado en 1982 a iniciativa de un grupo de industriales peruanos encabezados por el empresario minero ingeniero Luis Hochschild Plaut. Estos industriales veían con preocupación que la existencia de alrededor de 50 universidades en el país no contribuía a mejorar la calidad de la mano de obra calificada en el país. Al contrario, se necesitaba de centros que ofreciesen una formación tecnológica de mando medio de calidad que complementase la creciente oferta de profesionales.

Actualmente, el Tecsup brinda 6 cursos integrales con duración de 3 años: Operaciones químicas y metalúrgicas, mantenimiento de maquinaria pesada, mantenimiento de maquinaria de planta, electrotecnia industrial, electrónica industrial y electrónica de sistemas computarizados. El Tecsup brinda instrucción a alrededor de 1.500 estudiantes por año. El número de egresados supera los 2.000, de los cuales más del 90% cuenta con un empleo estable.

El proyecto de creación de este instituto buscó financiamiento nacional como internacional. Alrededor de 175 empresas nacionales han donado más de US\$ 18 millones a este proyecto. Estos aportes fueron utilizados para inversiones y cubrir el déficit operativo inicial. La participación del sector privado nacional reforzó las gestiones de búsqueda de financiamiento internacional y como resultado se obtuvo el apoyo del gobierno del Estado de Baden Württemberg de Alemania, quienes aportaron la asistencia técnica necesaria para el diseño de esta institución y, posteriormente, donaron maquinarias y equipos. Por su parte, la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de Norteamérica (AID) brindó apoyo para el desarrollo de cursos vespertinos cortos, y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) financió un programa de crédito educativo. Posteriormente, el Tecsup ha contado con financiamiento de diferentes fuentes de cooperación internacional como la Unión Europea, de organizaciones canadienses, del País Vasco de España, de organizaciones suecas, entre otras.

En 1984, Tecsup inició sus actividades en Lima, brindando cursos de formación de profesionales técnicos en carreras de 3 años. Luego de dos años se dio inicio al Programa de Capacitación Continua, cuyo objetivo es brindar perfeccionamiento y actualización mediante cursos cortos nocturnos. Posteriormente, se diseñaron cursos que son dictados directamente en las empresas.

En 1990 se inició el proyecto para la creación de la segunda sede de Tecsup en la ciudad de Arequipa, la cual entró en funcionamiento en 1993. Desde entonces, ha brindado servicios de capacitación para las principales empresas industriales y mineras del sur del país.

Tecsup cuenta con una moderna infraestructura y con laboratorios avanzados que le permiten ofrecer servicios de consultoría y de investigación y aplicación de tecnología en las áreas de análisis químicos, pruebas metalúrgicas, automatización de procesos, planes de capacitación, consultoría de seguridad y reorganización de procesos.

FIMA S.A

FIMA S.A. es una empresa metalmecánica que nació como la subsidiaria de la compañía estadounidense Denver Mineral Engineers.

FIMA S.A. ofrece una gran gama de productos para el sector minero. En su línea de procesamiento de minerales, ofrece equipos con la tecnología sueca de Svedala (equipos para concentración de minerales), tecnología estadounidense de Denver Mineral Engineers (equipos para el procesamiento de minerales) y de Allis Chalmers (perforadoras), entre otras. A su vez, FIMA S.A. fabrica equipos y elementos complementarios con tecnología propia. La empresa ofrece maquinaria y equipos para las fases de extracción minera; almacenamiento y transporte; trituración, clasificación y molienda; flotación; bombeo; agitación para plantas de flotación; espesamiento y filtrado; equipos de gravimetría; y equipos de lixiviación y precipitación.

En un esfuerzo por brindar soluciones integrales, FIMA S.A. está ofreciendo la ejecución de proyectos llave en mano. Los servicios que estos proyectos incluyen son el dimensionamiento de los equipos a partir de pruebas de laboratorio, diagramas de flujo, ingeniería básica y de detalle, fabricación y provisión de equipos, así como de los elementos estructurales y eléctricos, montaje, puesta en marcha y capacitación. Asimismo, FIMA provee esquemas de financiamiento que facilitan la realización de proyectos completos.

FIMA S.A. proporciona asistencia técnica que se extiende más allá de la puesta en marcha de los proyectos en los cuales interviene. Para ello cuenta con un equipo de ingenieros y técnicos en las especialidades de metalurgia, mecánica, electricidad, entre otras.

Procesadora Sudamericana S.A.

Procesadora Sudamericana S.A. (PSSA) es una empresa dedicada al procesamiento de minerales con 23 años de experiencia en el mercado nacional. Inició sus operaciones con la refinación de plata y a partir de los ochenta empieza a refinar oro. Esta empresa ofrece los servicios de refinación de metales preciosos –oro y plata. PSSA recibe de las empresas mineras carbón activado, precipitados Merryl Crowe, amalgamas, barras doré y metales preciosos para ser nuevamente refinados. Su mercado principal son las empresas de mediana minería y, en menor medida, mineros auríferos artesanales. PSSA devuelve el oro refinado a sus clientes como también ofrece un servicio de comercialización al extranjero, para lo cual cuenta con un único comprador en el Reino Unido. Alrededor del 90,5% del oro que comercializa es vendido al extranjero y sólo el resto es vendido al mercado nacional. En el caso de la plata, la totalidad es vendida al mercado interno.

La capacidad de tratamiento de planta es de alrededor de 12 tm de oro y 24 tm de plata al año. PSSA se considera la empresa líder en el mercado nacional y reporta haber captado el 80% del mismo –esto es 50% del mercado del oro y casi el 100% en el de plata.

3. EL PROYECTO TAMBORAQUE A LA LUZ DEL CONCEPTO DE *CLUSTERS*

a) Los elementos del diamante de Porter²

El esquema del diamante puede ser utilizado para explicar el relativo éxito de implementación de un proyecto como Tamboraque. En primer lugar, a pesar de que la lixiviación bacteriana no es una tecnología de amplio uso en el país, hay una buena disponibilidad de recursos mineros que podrían ser explotados usando métodos hidrometalúrgicos. La puesta en marcha de varios proyectos similares –i.e. Yanacocha, Sipán, Ares, Retamas, etc.– dan cuenta del potencial para implementar proyecto de lixiviación de oro. Esta disponibilidad de recursos físicos es complementada con recursos humanos con un alto nivel de conocimiento en el procesamiento de minerales complejos como los encontrados en Tamboraque. La especialización de las empresas de mediana y pequeña minería en la explotación de minerales complejos ha servido para la generación de un capital humano con un eficiente manejo de las distintas operaciones unitarias en el minado y procesamiento de los mismos. Por otro lado, es

importante mencionar que un proyecto de investigación patrocinado por la Junta del Acuerdo de Cartagena en la década de los ochenta, así como la experiencia en lixiviación derivada del proyecto cuprífero de Cerro Verde sirvieron para entrenar profesionales en lixiviación de minerales. La existencia de una infraestructura tecnológica formada por instituciones de investigación y de experimentación minera facilitó no sólo la investigación sobre esta tecnología sino sobre una serie de tecnologías para procesamiento de minerales. Esta infraestructura es complementada por los laboratorios de las mismas empresas mineras que muchas veces proveen servicios de laboratorio a otras empresas, tal fue el caso de los laboratorios de Centromín que fue

2. Porter, 1990.

la primera entidad en analizar el mineral de Tamboraque. A pesar de que no hay una política pública explícita para el fortalecimiento de esta infraestructura tecnológica, la iniciativa privada se ha encargado de mantenerla mediante la búsqueda de apoyo internacional a través de convenios de cooperación técnica. En lo referente a este proyecto, la donación de un equipo para la tostación de concentrados dada por el gobierno belga al Ingemmet y la donación de un equipo de lixiviación bacteriana por parte del gobierno alemán al Tecsup, sentaron las bases para crear una infraestructura física y tecnológica que permitiese apoyar los esfuerzos de búsqueda tecnológica de la empresa. Finalmente, la modernización de la legislación minera especialmente en lo referido a la promoción de la inversión privada y extranjera en minería, así como la apertura del mercado de capitales logró que se consiguiesen los recursos financieros necesarios para llevar a cabo el proyecto.

En segundo lugar, la implementación de este proyecto minero requirió de servicios mineros especializados –i.e. análisis químicos y metalúrgicos, experimentación metalúrgica, etc.– que si bien eran provistos por el mercado nacional en ese momento, su costo era prohibitivo para una empresa pequeña. En la época en que se llevó a cabo el proyecto, este tipo de servicios mineros contaba con un mercado bastante segmentado. Por un lado, las grandes empresas demandaban los servicios de laboratorios extranjeros mientras que las empresas medianas y pequeñas demandaban los servicios de laboratorios nacionales para labores muy puntuales. Sin embargo, un servicio de tipo integral –i.e. análisis y experimentación– como el requerido por Mlpsa, era raramente demandado. Se puede decir que Mlpsa demandó de servicios relativamente sofisticados para el mercado nacional. La necesidad de la empresa minera por este tipo de servicio pudo canalizarse a través de una relación de cooperación entre la empresa y el recientemente creado centro de formación tecnológica, Tecsup. Una vez que los estudios se llevaron a cabo en el Tecsup, varias empresas pequeñas y medianas solicitaron servicios similares dando cuenta que existía una demanda insatisfecha en el mercado.

En tercer lugar, la existencia de industrias conexas al sector minero con un relativamente alto grado de competitividad internacional, posibilitó continuar con el proyecto. La recuperación de la economía nacional junto con la promulgación de una legislación minera que favorecía a la inversión privada, tanto nacional como extranjera, propició una recuperación del sector. El influjo de inversiones, en un primer momento como resultado del proceso de privatización de las empresas estatales, indujo la aparición de una gran cantidad de empresas ofertando bienes y servicios al sector minero. Entre éstas se encuentran las empresas de ingeniería de renombre internacional que abrieron subsidiarias en el país, así como oficinas de representación de insumos, equipos y otros bienes mineros. Es importante resaltar en el caso de las primeras que la existencia de profesionales peruanos con altos niveles de calificación, permite que estas empresas funcionen en el país con costos relativamente bajos. Del mismo modo, las empresas nacionales –muchas veces con participación estatal– se reestructuraron para aumentar su eficiencia dada la apertura de mercados y el ingreso de empresas extranjeras.

Una vez terminados los ensayos metalúrgicos y la experimentación en la planta piloto del Tecsup, se necesitaba proseguir con el diseño de planta. A pesar de que, según los representantes de Mlpsa, el diseño podría haberse hecho dentro de la misma empresa, se recurrió a la filial peruana de la empresa de ingeniería Kilborn. La razón era, nuevamente, que la búsqueda de financiamiento requiere de

avales técnicos para el proyecto. Posteriormente, aun antes que el diseño de planta se encontrara terminado, Mlpsa entró en un acuerdo con la empresa metalmecánica nacional FIMA para que se hiciera cargo de la construcción de los equipos necesarios. La elección de FIMA también se vio influenciada por razones financieras. Independientemente de ser una de las más grandes y eficientes empresas metalmecánicas en el país, FIMA ofrece un servicio integral de desarrollo de proyectos en el cual está incluida la búsqueda de fuentes de financiamiento. Este tipo de servicio, aunque nuevo en el país, es relativamente común en el sector minero internacional y amplía las posibilidades de culminación de los proyectos. En cuanto a las capacidades técnicas de FIMA, éstas son inmejorables, pues la empresa siguió una estrategia de alianzas contractuales para adquirir tecnología de productores reconocidos mundialmente.

Finalmente, el régimen competitivo del sector minero en sus estratos pequeño y mediano –último elemento en el diamante de Porter– es competitivo. Las empresas mineras nacionales no sólo compiten entre ellas sino que lo hacen en el ámbito internacional. Como es sabido, la principal estrategia competitiva en este sector es la reducción de costos operativos y la ampliación de producción. Adicionalmente, algunas empresas se embarcan en un proceso de diversificación, generalmente, hacia la explotación de otros minerales. De hecho, MLPSA es un claro ejemplo en el que se sigue una estrategia de ampliación de producción –i.e. ampliación de planta concentradora de 200 a 600 tm diarias– y de diversificación hacia otros minerales –i.e. producción de oro.

b) Capacidades tecnológicas y la transmisión de conocimiento

Minera Lizandro Proaño S.A.

Luego de casi un siglo en operación, Mlpsa ha adquirido una importante experiencia y, por tanto, conocimiento sobre el negocio minero. La historia de la empresa refleja que la empresa no sólo se mantuvo durante largos períodos en operación, sino que fue capaz de hacer dos cambios drásticos de tecnología que implicaron la habilidad de llevar a cabo proyectos de inversión y adecuarse a los mercados.

MLPSA se creó en 1905, cuatro años después de la desnacionalización de la minería nacional en la Sierra Central. Lizandro Proaño fue uno de los pocos empresarios que continuó explotando sus propios yacimientos en lugar de venderlos a la empresa Cerro de Pasco Corp. que compró casi la totalidad de minas de la zona³. Un año más tarde, Mlpsa puso en marcha una fundición de oro, metal que por esa fecha era explotado por la mayoría de los mineros peruanos. Con el aumento de demanda de metales básicos y la difusión de la tecnología de concentración por flotación, los empresarios mineros nacionales se dedicaron a explotar yacimientos polimetálicos con contenidos principalmente de plomo, zinc y plata. Mlpsa decidió unirse al cambio en 1939, cuando construyó una planta de concentración de 50 tm diarias para el tratamiento de plomo y zinc. Posteriormente, ante una reducción sustancial de los precios de estos dos metales –los del plomo pasaron de US\$ 0.20 por libra en 1951 a sólo US\$ 0.08 en 1963, y los de zinc bajaron de US\$ 0.21 a US\$ 0.10–, Mlpsa decidió parar el minado para dedicarse sólo a procesar minerales provenientes de minas cercanas.

Estos cambios de tecnología y de mercados dan cuenta de la capacidad de esta empresa para invertir en segmentos del mercado más rentables, además de adquirir tecnologías nuevas y de adaptarla a sus operaciones. El hecho de dedicarse sólo al procesamiento de minerales a partir de 1964, daría cuenta de un manejo eficiente de su planta concentradora.

Años más tarde, a partir de los setenta, los precios del plomo y del zinc vuelven a subir y Mlpsa vuelve a explotar su mina en 1979. La presencia de oro en sus minerales y su asociación con arsénico que impedía la recuperación del primero, indujo a que la empresa iniciara un intenso proceso de búsqueda tecnológica. Esta búsqueda tardó más de 10 años, en los cuales se trataron distintas opciones tecnológicas –i.e. tostación y lixiviación bacteriana. Durante el tiempo que duró la

búsqueda, Mlpsa decidió seguir explotando plomo y zinc pero acumulando los relaves de su operación ya que en ellos se encontraba un alto contenido de oro –alrededor de 0.108 onzas de oro por tm.

Es importante mencionar que durante esta búsqueda tecnológica, Mlpsa tenía una idea bastante clara sobre sus metas de recuperación de oro –i.e. alrededor de 90%– para que el proyecto alcanzara los niveles de rentabilidad esperados⁴. Es así, que en etapas iniciales, cuando el proceso de tostación sólo ofrecía 60% de recuperación, el proyecto fue rechazado. Lo mismo ocurrió cuando se hicieron los ensayos iniciales con el proceso de lixiviación bacteriana, que ofrecía una recuperación del 75%.

Lo resaltante de la conducta de Mlpsa es que continuó en la búsqueda quizás incentivada por la experiencia de operaciones extranjeras que se reportaban en las publicaciones especializadas en minería. Es así como en 1988-89, se llega a contac-

³. Thorp y Bertram, 1978.

⁴. De acuerdo con el proyecto de factibilidad presentado por Mlpsa al Ministerio de Energía y Minas, la tasa interna de retorno (TIR) era de 69% y el período de recuperación de la inversión se estimaba en 2.8 años. tar a la compañía sudafricana Gencor que había patentado un proceso de lixiviación bacteriana para el tratamiento de minerales similares a los encontrados en Tamboraque. Sin embargo, el costo de la licencia por el uso de la tecnología era demasiado alto para Mlpsa –alrededor de un millón de dólares –, así como la tarifa por el pilotaje para adecuar la tecnología a los minerales de Tamboraque –alrededor de US\$ 600.000.

Gracias a la habilidad de Mlpsa para vincularse con instituciones externas, en 1990 la empresa empezó gestiones con la agencia de cooperación internacional alemana GTZ para la donación de una planta piloto de lixiviación bacteriana. Como se mencionó, en la década de los ochenta se estaban haciendo una serie de experimentaciones con procesos hidrometalúrgicos en Perú. A raíz de la temprana vinculación con personal de Centromín Perú, vinculado al proyecto de lixiviación bacteriana de Toromocho para la recuperación de cobre⁵, se contactó a un técnico alemán quien se convirtió en el nexo de Mlpsa con la agencia alemana.

Por razones que se explicarán más adelante, la donación de la planta piloto se canalizó hacia el Tecsup, institución con la cual se trabaja conjuntamente en este proyecto. En 1993 se iniciaron las pruebas de lixiviación y, luego de un año de ensayos, se aprovechó la oportunidad de la presencia de un representante de Gencor al I Congreso del Oro en Perú. Con este representante de Gencor se evaluaron los resultados de la experimentación hecha en la planta piloto y se le pidió apoyo para la optimización del proceso. Estos servicios fueron facturados por sólo US\$ 50.000, es decir alrededor del 3% de la cifra propuesta durante la primera aproximación con Gencor. Esto demuestra que Mlpsa y Tecsup fueron capaces de imitar una tecnología por experimentación propia⁶.

Luego de implementar los cambios sugeridos por Gencor en la planta piloto, se contrató a la empresa de ingeniería Kilborn –filial peruana– para que realizara el estudio de factibilidad del proyecto. Es en este punto que Mlpsa demuestra otra capacidad importante: la de haber asegurado el financiamiento necesario para la ejecución del proyecto. Una de las principales limitaciones de la mediana y pequeña minería es la canalización de fuentes de crédito. Con la desaparición del Banco Minero, junto con el carácter familiar de los grupos mineros nacionales, la mediana y pequeña minería dependía casi enteramente de fuentes internas de financiamiento. Esto expli-

⁵. Este proyecto de lixiviación bacteriana formó parte del, antes mencionado, programa de estudios en lixiviación bacteriana apoyado por la Junta del Acuerdo de Cartagena.

⁶. Es importante señalar que el alto precio cargado por los servicios de Gencor reflejaba el poco conocimiento que se tenía sobre el proceso de lixiviación bacteriana a finales de los ochenta. En esa época, se pensaba que la bacteria añadida al proceso era única y lo que se patentaba era la cepa de bacteria utilizada. Sin embargo, avances en el conocimiento sobre este proceso dieron cuenta de que en el proceso de lixiviación bacteriana intervienen distintas cepas bacterianas y que ellas eran altamente dependientes de la ubicación del yacimiento

y del hábitat que tuviesen el mismo. Por tanto, en la actualidad los ensayos de lixiviación bacteriana se realizan utilizando agua de mina que contiene las cepas bacterianas existentes en el depósito.

ca el relativo fracaso de las empresas de este estrato para aprovechar las condiciones favorables por las que atravesó la minería nacional en los primeros años de los noventa. Mlpsa, al igual que algunos de los grupos mineros más dinámicos en el país, recurrió a fuentes foráneas de financiamiento y estableció un alianza estratégica con Repadre Internacional Corp. y Global Environmental Emerging Markets Fund.

El proyecto Tamboraque se empezó a construir en 1997 y entra en funcionamiento en 1998. Desde esa fecha, Mlpsa continúa trabajando en la optimización de los procesos. Por ejemplo, se han realizado esfuerzos para tratar mineral con mayores contenidos de arsénico; asimismo, se ha logrado utilizar el drenaje ácido de la mina como insumo para el proceso de lixiviación; y se ha implementado un sistema de controles automáticos para el circuito de lixiviación que está siendo ampliado para el resto de las operaciones de la empresa. Asimismo, la empresa ha firmado un convenio de investigación con la École de Mines d'Ales (Francia) para analizar el comportamiento de bioabsorventes en el tratamiento de efluentes minero-metalúrgicos. Según representantes de Mlpsa, esta investigación es un intento de búsqueda por procesos alternativos a los convencionales y no responde a un problema actual o potencial de la empresa.

Por otro lado, la introducción del circuito de lixiviación ha requerido del cambio de la configuración de toda la operación minera. Hasta antes de la puesta en marcha del proyecto, Tamboraque mantenía dos circuitos de concentración: el de plomo y el de zinc. Posteriormente, se operó un circuito de concentración de plomo, otro de zinc y uno de arsenopiritas. Este último dio como resultado dos tipos de concentrados: el de concentrados de piritas –que es dispuesto a los relaves–, y el de arsenopiritas –que es tratado por lixiviación. Esto hace que el diseño de planta de Tamboraque sea un sistema sumamente complejo y que requiera de estrictos sistemas de monitoreo y control para que el funcionamiento del mismo sea eficiente.

Se tiene planeado la ampliación del proyecto que consistiría en el aumento de la capacidad de minado y el aumento de la capacidad de planta concentradora a 2.700 tm diarias. Representantes de la empresa estiman que cuentan con las capacidades necesarias para realizar los estudios y el diseño en casa, sin tener que recurrir a los servicios de una empresa de ingeniería. Sin embargo, de llevarse a cabo la ampliación con financiamiento externo⁷, se tendrá que tener el aval de una empresa de ingeniería que garantice la calidad de los estudios de ingeniería básica y de detalle.

En cuanto a la transmisión de conocimiento, Mlpsa ha demostrado ser capaz de generar las capacidades necesarias para hacer uso y para cambiar o adaptar la tecnología. Sin considerar que los esfuerzos de búsqueda y evaluación de tecnología en sí

⁷ La posibilidad de ampliación es limitada en el corto plazo. Mlpsa ha sufrido por la caída de los precios del oro en 1998 y 1999.

misimos reflejan capacidades para el cambio y adaptación de tecnologías, se puede afirmar que desde la puesta en marcha del proyecto hace esfuerzos para mejorar sus capacidades de producción. Así, en el ámbito de la organización de la producción y procesos, se hicieron esfuerzos para optimizar las operaciones de rutina y mantenimiento, así como mejorar la eficiencia de las tareas existentes. Estas labores se realizan mediante un continuo proceso de prueba y error, el cual es básico para ‘aprender haciendo’. Entre ellas, se puede mencionar el ajuste de bombas que conducen el mineral minado hasta los distintos circuitos de flotación y el ajuste de las variables críticas en el circuito de biolixiviación –como por ejemplo, la adición de bacteria, el mantenimiento de temperatura, la adición de reactivos, etc. Asimismo, se ha entrenado al personal en el proceso de bio-lixiviación y se ha contratado personal entrenado en el proceso de cianuración (CIL - *carbon in leach*) para poder dominar la tecnología adquirida. Finalmente, se han organizado charlas o seminarios de entrenamiento sobre los distintos equipos e insumos que han sido adquiridos en este proyecto, por ejemplo, espesadores, floculantes, equipo de destrucción de cianuro, sistema de control automático, etc. Los proveedores

han sido los ponentes en cada uno de los temas, de manera que se asegure un buen y eficiente uso de equipos e insumos.

Por otro lado, la puesta en marcha de este proyecto ha generado que MLPSA adquiriera un mayor conocimiento tecnológico de los distintos sistemas que conforman esta operación minera. Es así que para asegurar la eficiencia en el circuito de bio-lixivación –por ejemplo, minimizar la presencia de contaminantes– se ha tenido que revisar y adecuar los sistemas de minado y de concentración. Asimismo, el trabajo conjunto con la empresa de ingeniería y la empresa metalmeccánica que construyó la planta permitió que el personal de Mlpsa aprendiese a interpretar los planos de ingeniería de detalle y a evaluar los equipos propuestos. Es interesante señalar que la selección inicial de algunos equipos no fue la correcta y se aprendió de este error. Asimismo, esto ha motivado que Mlpsa esté dispuesta a embarcarse sola en un proyecto de ampliación, aunque eso dependerá de que las fuentes de financiamiento no exijan la participación de una empresa de ingeniería reconocida.

Tecsup

El modelo utilizado para la creación del Tecsup fue el mismo usado en centros similares en Alemania, país que cuenta con un gran prestigio en instituciones similares. Este modelo privilegia la estrecha colaboración con el sector industrial en todos los servicios que brinda, lo cual le permite identificar claramente su demanda. Asimismo, este modelo requiere que el equipamiento del centro incluya los más modernos equipos –muchos de ellos más sofisticados que los usados en las empresas locales– de manera tal que el personal capacitado sea de la mejor calidad. Estas características de Tecsup influyeron en que tanto el agente responsable de cooperación técnica como Mlpsa decidiesen canalizar la donación de la planta piloto de biolixiviación a través de este centro. La planta llegó al Perú en 1993. Tanto Tecsup como la empresa minera asignaron personal para el trabajo de planta y se contrata a una persona experta en microbiología.

A pesar de que Tecsup no había realizado un trabajo similar, sí había tenido experiencia previa en análisis químicos. El personal involucrado en el proyecto se instruyó en el proceso de biolixiviación y buena parte del proceso de experimentación consistió en aprender a utilizar el equipo y acumular datos sobre los resultados obtenidos. La estrecha colaboración con el personal de la empresa permitió establecer metas, tanto en términos de valores críticos para los principales parámetros en este proceso así como de plazos. Como resultado de esta estrecha interrelación, Tecsup aprendió a lidiar con la premura empresarial, habilidad que le ha permitido mejorar las relaciones con otras empresas con las que trabaja.

La participación de Tecsup en este proyecto ha permitido que aprenda a diferenciar entre lo que es un resultado teórico y el resultado real. Las indicaciones de los manuales de lixivación bacteriana establecen ciertos parámetros que no se dieron debido a las condiciones propias del experimento –por ejemplo, la temperatura requerida para el proceso. Esto requirió que se experimentase con otros parámetros y que se estableciesen interacciones entre distintas variables. Es decir, que se obtuvo un conocimiento sobre la adaptación de tecnología a condiciones particulares. Tecsup guarda registro de todos los resultados de esta experimentación. Basados en ellos, y al aprendizaje obtenido por los involucrados en el proyecto, se han elaborado separatas que se utilizan como material de estudio.

A pesar de que Tecsup participó en este proyecto antes de ofrecer la carrera de técnico en operaciones químico-metalúrgicas, este proyecto sirvió a Tecsup para entrenar a algunos de sus alumnos en biolixiviación. Conforme avanzaba el proyecto, se iba requiriendo de mayor personal para mantener en operación a la planta. Aunque no se llevó registro, se estima que se contrataron –a tiempo completo equivalente– alrededor de 20 a 25 alumnos durante el proyecto –desde fines de 1993 hasta mediados de 1996.

La experiencia obtenida por Tecsup en este proyecto ha servido principalmente para que ofrezcan sus servicios de laboratorio a otras empresas mineras. Se realizó un trabajo similar para la empresa aurífera Sipán, así como se han realizado trabajos de análisis de minerales para distintas empresas

mineras. De éstas, Tecsup estima que el mineral de alrededor de 10 yacimientos estaría apto para ser explotado por biolixiviación. Sin embargo, parece que las empresas están un poco temerosas y a la expectativa de los resultados finales en Tamboraque. En segundo lugar, la experiencia adquirida y los equipos donados propiciaron que el instituto ofreciera otra carrera técnica de 3 años: técnico en operaciones químico-metalúrgicas. Finalmente, un proyecto de investigación que se ha generado a partir de esta experiencia es la utilización de la biolixiviación como método para el cuidado del medio ambiente. Para ello, se ha firmado un convenio con el departamento de microbiología de la Universidad Cayetano Heredia.

FIMA

A pesar de la larga crisis que ha afectado a la industria nacional, y en especial a la industria metalmeccánica, FIMA ha sido de las pocas empresas que ha mantenido su liderazgo en este sector. Otras empresas importantes como Famia, Comesa y Fundición Callao no han podido enfrentar la adversa situación económica y muchas de ellas han cerrado temporalmente o reducido sus actividades. Tres factores son cruciales para el éxito de FIMA. Primero, su constante actualización tecnológica que le permite ofrecer los equipos más modernos que existen en el mercado –gracias a sus alianzas estratégicas con los más importantes fabricantes de equipos para procesamiento de minerales. Segundo, algo que distingue a FIMA de sus competidores es su servicio de pos-venta que permite que sus clientes cuenten con una constante asesoría técnica. Cuando los clientes solicitan servicios de reparación o consultoría, se manda personal para identificar y evaluar los problemas *in situ*. Tercero, FIMA ha ingresado al negocio de la gerencia de proyectos integrales y, por tanto, ayuda a conseguir crédito a sus clientes.

La participación de FIMA en este proyecto se da básicamente por las credenciales que tiene esta empresa en el mercado nacional y por su disponibilidad de líneas de crédito. El gerente técnico de la empresa, quien estuvo a cargo del proyecto Tamboraque, reporta que el mayor aprendizaje que se tuvo fue sobre el proceso de biolixiviación. Como una estrategia para identificar demandas potenciales en el mercado, el gerente de cada área técnica de FIMA –i.e. minería, pesca y azúcar– tiene que seguir los avances tecnológicos que afectan a su sector. Sabiendo que la lixiviación era una tecnología que se estaba desarrollando y que podría tener un impacto potencial en el procesamiento de minerales, se le hace un seguimiento a los avances en este proceso. Este seguimiento se ve reforzado cuando se tiene conocimiento de que MLPSA estaba realizando los estudios en Tecsup.

Aparte de este mayor conocimiento en procesos de lixiviación, la empresa no reporta otras áreas de aprendizaje. FIMA ya había tenido experiencia previa en la construcción total de plantas de procesamiento mineral, ya que a mediados de los ochenta había construido totalmente una planta concentradora de 2.000 tm diarias para el grupo minero Milpo, lo que da cuenta de su experiencia en el trabajo con compañías de ingeniería extranjeras⁸.

⁸. La compañía que hizo el diseño de esta planta fue la canadiense Wright Engineers.

Otra de las capacidades de FIMA es la de evaluar los diseños de planta. Al recibir los planos para empezar a fabricar los equipos, los ingenieros de FIMA revisan todo el proyecto y evalúan el equipo a construirse. Se establece una interacción con el cliente y la empresa de ingeniería para asegurar la compatibilidad de los equipos con los objetivos de producción. En el caso de Tamboraque, FIMA cuestiona la fabricación de algunos equipos por considerar que sus especificaciones técnicas no eran las requeridas para el buen funcionamiento de la planta. Algunos de ellos fueron cambiados y otros no, bajo la responsabilidad del cliente.

Finalmente, FIMA suele recurrir a sus proveedores de equipos para asesoría técnica. Son estos agentes quienes muchas veces organizan los seminarios de capacitación que se dan en la empresa, ya sea para enseñar el funcionamiento de un equipo nuevo o para promocionar nuevos equipos. Por otro

lado, si es que FIMA necesita de algún tipo de expertise para realizar algún proyecto que no exista dentro de la empresa, personal especialista es contratado.

A pesar de que FIMA realiza esfuerzos propios para la generación de sus capacidades tecnológicas, se puede apreciar que el conocimiento en esta empresa está centralizado en los responsables de áreas técnicas, quienes son depositarios del aprendizaje derivado de cada proyecto en el que trabajan. La empresa no realiza seminarios para diseminar nuevos conocimientos técnicos, a menos que sean necesarios para realizar algún proyecto en especial y, en este caso, los asistentes son los ingenieros, técnicos o trabajadores que participarían en los mismos.

Procesadora Sudamericana

La relación que PSSA mantiene con Mlpsa es más bien comercial. Al igual que FIMA, el mayor aprendizaje obtenido por PSSA ha sido sobre el proceso de bio-lixivación. La empresa realiza un seguimiento informal sobre este proceso metalúrgico porque considera que hay bastante potencial en Perú para explotar relaves y minerales similares a los encontrados en Tamboraque.

A pesar de ser una empresa pequeña, PSSA se considera líder en el mercado. Esto se debe a la falta de competencia en esta subindustria. El mercado de fundición y refinación de metales es bastante pequeño en el país, ya que la mayoría de las empresas mineras exportan directamente sus concentrados y las pocas empresas que exportan metales refinados tienen sus propias fundiciones y refinadoras. Sin embargo, esta empresa ha logrado generar sus propias capacidades tecnológicas debido a esta limitación. Casi todo su expertise en la refinación de metales preciosos ha sido obtenido por un proceso de prueba y error. La empresa reporta que las trabas a la importación de equipos los obligó al diseño interno de los mismos. Por otro lado, si encontraban trabas en el área metalúrgica visitaban empresas mineras que les daban acceso a sus laboratorios o plantas de fundición y refinación.

Página intencionalmente en blanco.

Capítulo X

¿ES POSIBLE UN CLUSTER EN TORNO A LA BAUXITA EN EL ESTADO DE PARÁ?

Jorge Chami Batista

INTRODUCCIÓN

En vista de 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, la pregunta inicial para el estudio en que se basa el presente capítulo era si esa forma de ventaja puede 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.

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

- Mineração Rio do Norte (MRN), productora de bauxita (localizada en los márgenes del río Trombetas, en el municipio de Oriximina, Estado de Pará);
- Alunorte, productora de alúmina y localizada en el municipio de Barcarena, a 40 km de Belem 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 Alunorte.

La conclusión es que la cadena productiva bauxita-alúmina-aluminio muestra importantes relaciones de compraventa de materia prima y bienes intermedios, así como un alto grado de integración vertical de las empresas. Sin embargo, los procesos de aprendizaje por interacción no se dan a través de los eslabones de esta cadena. La presencia de estos eslabones en la zona no constituye una ventaja competitiva relevante para otros.

Sin embargo, existen importantes efectos de aprendizaje por interacción, externalidades y generación de nuevas empresas en la zona de extracción de bauxita, procesamiento de alúmina y producción de aluminio primario. La presencia física de estas actividades podría constituir una ventaja competitiva importante para otras actividades económicas, por ejemplo las orientadas a la preservación de la selva amazónica.

El presente capítulo desarrolla este argumento de la siguiente forma. En primer lugar, se describen los aspectos tecnológicos, de mercado y de estrategia empresarial en el mundo de la cadena productiva bauxita-alúmina-aluminio. El segundo apartado describe la situación de la cadena y sus principales empresas en Brasil y el Estado de Pará, con especial énfasis en los temas de aprendizaje, interacción e innovación. El último apartado presenta las conclusiones.

1. LA CADENA DE ALUMINIO EN EL MUNDO: TECNOLOGÍA, COMERCIO Y EMPRESAS

El aluminio es un metal altamente versátil. Su resistencia (especialmente a la corrosión atmosférica), su peso, conductividad eléctrica y ventajas para el medio ambiente debido a su facilidad para el reciclaje, le otorgan ventajas competitivas frente a los metales tradicionales como el hierro y el acero, principalmente en sectores como el de embalajes, transporte y bienes de consumo.

No obstante, 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. En 1808, Davy comprobó la existencia del aluminio, dándole ese nombre. En 1825, el físico Oersted produjo pequeñas cantidades del metal. En 1854, se inició la producción industrial por la vía química, utilizándose el método desarrollado por Sainte-Claire Deille.

El proceso continuó mejorándose, y en 1869 ya se producían dos toneladas del metal. Con esos avances su costo bajó de 545 dólares a 17 dólares el gramo¹, valor similar al 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 a gran escala surgió en 1886 cuando Hall colocó en un recipiente un baño de criolita con alúmina y le pasó corriente eléctrica. El resultado fue una masa congelada que él trabajó con martillo, dando origen a diversas partículas de aluminio. Un proceso similar fue desarrollado

simultáneamente por Heroult, dando origen al método, utilizado hoy, de producción del aluminio conocido como Heroult-Hall.

1. 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 de Washington (véase Alcoa, internet). El precio del gramo de aluminio hoy es de aproximadamente 0.15 centavos de dólar.

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

El primer millón de toneladas 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 Estados Unidos, Guyana, Hungría, Yugoslavia, Italia, Grecia, Rusia, Surinam, Indonesia y Malasia.

En 1952, Jamaica inició la explotación de bauxita, sobrepasando a Surinam que por esa época era el principal productor mundial. En la década de 1960, Australia y Guinea se unieron a ese grupo. En la década de 1970, Brasil pasó a estar entre los primeros productores. 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 minerales². 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.)³.

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

a) Fases de producción

Extracción

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 costosas⁴. 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

2. Véase Aquino & Britto, 1990, pág. 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).

3. Véase BNDES, 1996, pág. 1.

4. El costo por tonelada extraída varía de 4.50 dólares en Australia hasta 25 dólares en Grecia en 1995. (Véase BNDES, 1996, pág. 12).

pesados. Las minas tenían en 1990 capacidades que variaban de 80 mil hasta 10 millones t/a, siendo de 2 a 5 millones el nivel mínimo considerado para una operación lucrativa⁵. En 1999, Mineração Rio do Norte (MRN) alcanzó una producción de cerca de 11 millones t/a.

El tratamiento del mineral consiste en lavado, colada y secado. La extracción de bauxita requiere grandes movimientos de tierra y del mineral; control de calidad sobre el mineral extraído para mantener estables las características del producto; recuperación de los terrenos después de la extracción; y el tratamiento de los residuos de lavado.

En Brasil, además de MRN en Pará, Alcoa (Aluminium Company of America) y CBA (Compañía Brasileña de Aluminio) producen bauxita, pero en el Estado de Minas Gerais.

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. El proceso de Bayer es el único en uso comercial y consiste en modificaciones químicas, 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. El proceso europeo genera alúmina del tipo *flowry* (finísima), en tanto el americano genera alúmina del tipo *sandy* (arenosa). La mayor parte de las refinerías modernas se encuentran capacitadas para utilizar ambas tecnologías⁶. Las principales etapas del proceso de refinería son chancado y molienda; digestión; decantación y lavado; precipitación y calcinación.

Existen economías de escala en la producción de alúmina. La escala mínima de la eficiencia en 1990 se encontraba en torno de 35.000 t/a, aunque es posible obtener economías de escala, por lo menos hasta un nivel de 2 millones de t/a. La mayor parte de las nuevas refinerías excede la capacidad de 500 mil t/a⁷.

En Brasil existen dos grupos de unidades de producción de alúmina. El primer grupo está compuesto por unidades más antiguas (CBA, Alcoa⁸ y Alcan), caracterizadas por la escala reducida (150 mil a 350 mil t/a) e índices de consumo de insumos más elevados. El segundo grupo está compuesto por unidades más modernas caracterizadas por una capacidad mínima de 650 mil t/a y que presentan una ganancia de

⁵. Aquino & Britto, 1990, pág. 81.

⁶. Aquino & Britto, 1990, pág. 82.

⁷. Aquino & Britto, 1990, pág. 83. Como ejemplo se puede citar a Alunorte cuya capacidad instalada era de 1.100.000 t/a (Alunorte, 1999).

⁸. Los datos de Alcoa se refieren exclusivamente a la unidad de Poços de Caldas. escala considerable. La tecnología adoptada más recientemente es la mejor disponible en el mercado mundial.

La producción de aluminio primario

El proceso de transformación (o reducción) de la alúmina en aluminio consiste en colocarla en un baño electrolito. La alúmina⁹ se disuelve en 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 se combina con el carbono del ánodo, siendo expulsado como monóxido o dióxido de carbono¹⁰.

Tras un proceso de reposición de ánodos de carbono y después de obtener el aluminio de forma líquida, éste se transfiere a las unidades de fundición. Allí el aluminio se carga en hornos de espera, donde son tratados y enfriados. En los hornos de espera el aluminio puede combinarse con otros materiales mediante diferentes técnicas de acuerdo con el destino final del producto: lingotes, tarugos, 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 y menor producción por horno. Las unidades implantadas después de 1980, en general, son a gran escala (capacidad óptima de 300 mil t/a) cuentan con tarifas de energía eléctrica reducidas, presentan

alimentación central de alúmina, hornos cerrados e incorporan modernos equipos de base microelectrónica.

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

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. La transforma-

[9](#). Se necesitan dos toneladas de alúmina para producir una tonelada de aluminio. Alcan, 1999, internet.

[10](#). La alúmina (Al₂O₃) contiene 52,9% de aluminio y 47,1% de oxígeno.

ción 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 embalajes y transporte, fundidos y forjados para el transporte, hilos y cables para la industria eléctrica, polvo de aluminio para la industria química y aluminio para uso destructivo para la industria siderúrgica.

Los *extrudados* se producen en prensas, donde el aluminio en forma de tarugos se comprime contra una matriz que define el diseño y las características técnicas para cada aplicación. Entre las principales aplicaciones de los extrudados se encuentra la confección de perfiles para puertas, ventanas, cierres de baños, etc.

En Brasil las unidades de extrusión presentan una gran diversidad desde el punto de vista técnico. El cuadro X-1 muestra que el 75% de la capacidad de producción de Brasil de extrudados están concentrada en la región sudeste y el restante de la capacidad en las regiones sur y nordeste. Los grandes consumidores son los sectores de construcción civil y transporte, que en conjunto representaron el 77% del consumo en 1998.

Cuadro X-1
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE TRANSFORMADOS
POR REGIONES, 1998

Tipos	Norte	Nordeste	Sudeste	Centro/ Oeste	Sur	Total
Extrudados	–	18.5	1501.5	–	32.5	201.5
Planchas	–	54.3	273.5	–	2.2	330.0
Hojas	–	17.0	58.0	–	–	75.0
Cables y Láminas	12.0	15.0	142.0	–	–	169.0

Fuente: Abal, *Anuario Estadístico Abal*.

La *laminación* es el proceso de obtención de chapas, láminas y hojas que se da al pasar el metal entre cilindros regulables, proporcionando varios espesores. En función de las características físico-químicas del aluminio, los laminados presentan ventajas como 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^{[11](#)}.

[11](#). Aquino & Britto, 1990, pág. 88.

En el caso brasileño existen dos grupos básicos de unidades de laminación. El primero está constituido por las empresas de gran tamaño, como 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 eficiencia¹².

Para la confección de *hilos y cables* se utilizan varillas de aluminio. Estos productos son para la transmisión de energía eléctrica, siendo la industria de transmisión de electricidad su único consumidor. El cuadro X-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.

El proceso de *fundición y forja* del aluminio es realizado de acuerdo con su posterior aplicación. Los fundidos y forjados se destinan principalmente a la confección de cajas de cambio, carrocería de motores, ruedas para automóviles, etc. Existen diversas técnicas, dependiendo del tamaño, complejidad y cantidad del producto final deseado. Entre los principales sectores consumidores destacan los de transporte (88%) y el de máquinas y equipamientos (8%).

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.

b) Estructura del mercado

La cadena del aluminio –extracción de bauxita, obtención de alúmina, producción del aluminio primario y producción de los transformados del aluminio¹³– registró en 1996 alrededor de 43 billones de dólares en transacciones internacionales, o sea, menos del 1% del total del comercio internacional de mercancías.

La mayor parte de este comercio se concentra en el mercado de la OECD (86%). El aluminio 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. Por tanto, el valor del comercio de la bauxita y alúmina es relativamente pequeño dentro de esta cadena.

Bauxita

Como se observa en el cuadro X-2, los principales productores de bauxita en el mundo son los países que cuentan con grandes reservas del mineral. Se trata de Australia,

¹². Britto, 1993, pág. 67.

¹³. 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.

Guinea, Jamaica, Brasil, China y Rusia. Brasil posee la tercera mayor reserva del mundo, con cerca de 4 billones de toneladas, seguida por Guinea con 8 billones de toneladas y Australia con 6 billones de toneladas¹⁴.

Cuadro X-2
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE BAUXITA, 1998
(millones de toneladas)

Bauxita		Aluminio primario	
País		País	
Australia	43,20	Estados Unidos	3.612,0
Guinea	19,30	Rusia	2.975,0
Jamaica	12,0	Canadá	2.337,5
Brasil	11,50	China	1.912,0
China	8,89	Australia	1.487,5
Rusia*	5,98	Brasil	1.208,0
Resto	24,20	Noruega	902,0
Total	125,20	Resto	4.818,0
		TOTAL	21.250,0

Fuente: World Metal Statistics y BNDES 1996.

* Rusia y Kazakastán.

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 X-3, se verifica que solamente Rusia no se encuentra entre los 10 mayores proveedores del mercado de la OECD.

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

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 7 a 8 millones de toneladas, manteniendo las exportaciones estables en torno a 4.5 millones de toneladas. MRN responde por 78% de la producción brasileña de bauxita, seguida por CBA (10%), Alcoa (5,5%) y Alcan (3,7%).

[14](#). BNDES, 1996, pág. 3.

Cuadro X-3

CUOTA DE MERCADO EN LAS IMPORTACIONES DE LA OECD POR PAÍS DE ORIGEN, 1996

Bauxita	Alúmina	Aluminio primario	Transformados	Productos de aluminio	Maquinaria
Guinea (39,6)	Australia (37,7)	Rusia (18,1)	Alemania (18,4)	Alemania (20,6)	Japón (21,0)
Brasil (14,0)	Jamaica (19,2)	Canadá (16,9)	EE.UU. (14,4)	EE.UU. (13,9)	Alemania (20,6)
Jamaica (12,2)	EE.UU. (8,6)	Noruega (7,2)	Francia (8,6)	Suiza (8,1)	EE.UU. (13,9)
Australia (9,7)	Surinam (8,4)	Holanda (6,4)	Canadá (6,1)	Italia (7,8)	Suiza (8,1)
Guyana (9,2)	Irlanda (5,2)	Brasil (5,8)	Bélgica (5,9)	Reino Unido (4,4)	Italia (7,8)
China (8,0)	Alemania (3,9)	Australia (5,7)	Italia (5,4)	Francia (2,8)	Reino Unido (4,4)
Grecia (1,6)	Francia (1,9)	EE.UU. (4,4)	Reino Unido (5,2)	Canadá (2,1)	Taiwán (2,9)
Indonesia (1,2)	Holanda (1,7)	Alemania (3,6)	Holanda (4,8)	Suecia (2,0)	Francia (2,8)
Ghana (1,0)	Japón (1,5)	Venezuela (3,3)	Suiza (4,4)	Bélgica (1,7)	Canadá (2,1)
EE.U.U. (0,8)	Canadá (1,3)	Francia (2,8)	España (3,2)	España (1,6)	Suecia (2,0)
Otros (2,7)	Otros (10,8)	Otros (25,8)	Austria (3,2)	Austria (1,3)	Bélgica (1,7)

Fuente: Unctad 1997, Pctas.

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 Estados Unidos. Entre los mayores importadores de alúmina también se destacan Estados Unidos y Canadá, además de Noruega y China, todos importantes productores de aluminio.

Los datos del cuadro X-3 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.

La explicación del porqué 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. Aun cuando Guinea sea un gran productor de bauxita, era, desde el punto de vista de las empresas, un país que ofrecía alto riesgo político. La mayor parte de la bauxita producida en Guinea era exportada, en ese mismo año a Irlanda, donde la Alcan poseía una fábrica de alúmina. Esa es la razón por la 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.

El caso de Brasil es diferente. En 1996, la producción de alúmina era de aproximadamente 2.8 millones de toneladas, en tanto que el consumo interno se aproximó a 2.4 millones de toneladas y se

destinaron 336 mil toneladas a la exportación¹⁵. Por tanto, Brasil ocupaba el lugar 22 entre los principales proveedores del mercado de la OECD. Sin embargo, en 1998 este cuadro se había alterado significativamente. La producción brasileña se había ampliado en 20% llegando a 3.3 millones de toneladas, en tanto que el consumo interno se había elevado en menos de 2%, pasando a 2.5 millones de toneladas. En consecuencia, las exportaciones que eran de 336 mil toneladas pasaron a 853 mil toneladas, equivalentes a un aumento de 153%. Con este nivel de exportaciones, habría sido en 1996 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 Brasil se debió a la plena implantación de la Alunorte, que en el período de 1996 a 1998 amplió su producción de 827 mil toneladas a 1.4 millones de toneladas. El resto de las empresas productoras de alúmina en Brasil, no ampliaron su producción en el período.

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.

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 ener-

¹⁵. Abal, 1999, pág. 16.

gía eléctrica¹⁶, como muestra el cuadro X-2. En cambio el cuadro X-3 muestra que esos mismos países, con excepción de China, eran los principales proveedores del mercado de la OECD, en 1996¹⁷.

La posición de Noruega como el tercer mayor proveedor de aluminio del mercado de la OECD y el hecho de 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. Estados Unidos tiene una posición inferior en las exportaciones para el mercado de la OECD, en función de su alto consumo interno. 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 liderazgo como exportador para el mercado de la OECD.

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 refinera 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 CBA¹⁸, Alcoa y Alcan.

La producción brasileña de aluminio se ha mantenido estable desde el inicio de la década en 1.2 millones de toneladas. 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 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 mil a 180 mil toneladas.

16. Venezuela, países del Oriente Medio, Rusia, Brasil, África del sur, Islandia, India, Indonesia, Canadá, Austria y Noruega son los países 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.
17. 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 neto de aluminio primario.
18. CBA produce parte de la energía eléctrica que consume.

Transformados y 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. Como muestra el cuadro X-4, 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 internacional¹⁹, se verifica que la relación comercio/producción en toneladas es bastante mayor en las pri-

Cuadro X-4
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
África 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 Zelanda	48,3	18,4	26,6	56,5
Islandia	6,5	—	1,9	8,4

Fuente: Abal, 1998.

19. 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.

meras 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 aguas abajo que en los productos aguas arriba de la cadena.

Aun en términos agregados, midiendo el comercio en dólares americanos, se constata en el cuadro X-3, 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 X-5 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 X-5
SALDO COMERCIAL DE LOS TRANSFORMADOS Y
MANUFACTURADOS DE ALUMINIO POR PAÍS, 1996
(en millones de dólares)

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 especialización²⁰. 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 empresas y proveen las industrias de transporte, embalajes, bienes de consumo y máquinas y equipamientos. El enorme peso de esas industrias consumidoras de trans-

²⁰. Para cada tipo de producto de aluminio, existe un tipo específico de aluminio transformado. formadores en estos países sugiere que las condiciones de la demanda interna (y regional) ejercen un papel fundamental para la localización y competitividad de la industria de transformados.

Esa tendencia a la especialización, también se produce en el comercio de los manufacturados de aluminio. 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)²¹.

Por 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, esa industria también se beneficia de las externalidades positivas, estáticas y dinámicas, de las industrias consumidoras. 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, sólo por citar algunas, y la competencia de productos sustitutos exigen una permanente mejoría de las características de los transformados y manufacturados de aluminio. La proximidad con las industrias y mercados consumidores debe, por tanto, facilitar el mejoramiento de los productos.

Brasil es un importador neto de transformados de aluminio, en función del gran aumento del consumo y de las importaciones de laminados²² en la segunda mitad de los años noventa, no obstante el crecimiento de la producción interna. La industria de embalajes es la mayor consumidora de aluminio en Brasil, siendo responsable por más de la mitad del consumo de planchas y láminas. 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 en los que Brasil se caracteriza como exportador neto. 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

²¹. Esto es consistente con las condiciones de demanda interna de Italia que, según Porter, se notan por el gusto, estilo y diseño sofisticados, Porter (1990), págs. 421-453.

²². Especialmente las planchas para la fabricación de latas de aluminio para la industria de bebidas. lado, la fabricación de extrudados, fundidos y utensilios domésticos la realiza un número significativo de empresas, las que se encuentran localizadas especialmente en el sur y sudeste del país.

Maquinaria para trabajar metales

Observando la lista de los mayores países exportadores de *maquinaria para trabajar metales*²³, para la OCDE en el cuadro X-3, se comprueba la presencia de los tres principales países productores, consumidores y exportadores netos de transformados y manufacturados de aluminio. Además de esto, los mayores países exportadores de maquinaria para trabajar metales tienden a destacarse en todo tipo de maquinaria. En la práctica los proveedores de maquinaria tienden a atender las diferentes industrias metalúrgicas, reflejando una base técnica común de esas industrias. Los países tienden a exportar una gran gama de maquinaria para trabajar metales. La conclusión es que las industrias de maquinaria para transformados y productos de aluminio deben beneficiarse de externalidades estáticas y dinámicas con las fabricantes de maquinaria para las demás industrias metalúrgicas.

Por otro lado, los datos también permiten concluir que países con importantes reservas de bauxita y producción 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 OECD²⁴.

Máquinas para la minería

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 civil²⁵ algunos países se alternan el liderazgo entre los mayores exportadores de diferentes tipos de maquinaria. Estados Unidos lidera las exportaciones para la OECD 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.

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

²³. Las máquinas para trabajar metales corresponden al ítem 73 de la clasificación del SITC (Unctad, 1997, Pctas).

²⁴. 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).

²⁵. La maquinaria para la minería se agrupa a la maquinaria para la construcción civil en el ítem 723 de la clasificación SITC (Unctad, Pctas, 1997).

segundo mayor exportador de máquinas para remover material, con 30% de ese mercado. Estados Unidos lidera ese segmento del mercado con 40%.

En las exportaciones de máquinas para minería y construcción civil a los principales países de América Latina en 1996, Brasil ocupaba la segunda posición entre los mayores exportadores con 10% del mercado, superando a Japón, Canadá y Alemania. Estados Unidos fue el mayor exportador para la región, con pocas excepciones.

c) Estrategias empresariales

La producción de la cadena de bauxita-alúmina-aluminio primario está fuertemente concentrada en un grupo relativamente pequeño de empresas, excepto en China y el este europeo, donde aún predominan empresas pequeñas y medianas²⁶. 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.

Alcoa, con base en Pittsburg, es líder en la producción de alúmina primaria en el mundo y empleó a más de 100 mil personas en 1998, en aproximadamente 250 unidades operacionales distribuidas en 30 países. Le sigue Alcan con sede en Quebec y con fábricas en diversos países. Estas dos empresas responden 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 X-6. Esos grupos responden por alrededor del 64% de la capacidad de producción de aluminio primario en el mundo.

Todos esos grandes grupos de productores tienden a ser integrados verticalmente, operando desde la extracción de bauxita hasta la producción de transformadores y productos acabados de aluminio. Alcan es una de las empresas que más se verticalizaron hacia adelante. La Billiton PLC (Británica) y la Rio 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.

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

²⁶. En China existen alrededor de 100 refinerías de pequeño tamaño (BNDES, 1999).

atender y negociar con clientes también cada vez más 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, para desarrollar tecnología, estabilizar la demanda y los precios de sus

productos. La Norsk Hydro, por ejemplo, es una empresa de origen noruego en las áreas de energía (petróleo), acuicultura y metales livianos (aluminio y magnesio). Sus empresas de aluminio son relativamente débiles en las fases iniciales de la cadena y por ello realizó un acuerdo de 10 años con la CVRD para la compra de aluminio primario. En julio de 1999, firmó un acuerdo para adquirir el 25,3% de la Alunorte.

Cuadro X-6
PRINCIPALES PRODUCTORES DE ALUMINIO PRIMARIO EN EL MUNDO

Productores	Capacidad de producción (toneladas/año en 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 X-7
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE ALÚMINA Y LAMINADOS DE ALUMINIO
(1.000 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*.

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, emplea cerca de 7.500 empleadas con un total de ventas de 1.2 billones de dólares en 1999. 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 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.

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 autobuses y camiones y piezas fundidas principalmente para el sector de auto piezas.

Alcan Aluminio del Brasil posee cinco fábricas, que emplean cerca de 2.500 personas en los Estados de São Paulo, Minas Gerais y Bahía. La empresa extrae bauxita en Ouro Preto, además de tener participación de 12% en la MRN. Está integrada hacia adelante, siendo líder nacional en la producción de laminados y 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 automovilística y de construcción civil.

CBA es otra empresa que opera de manera totalmente integrada, desde la extracción de bauxita hasta 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 y papel de aluminio. Además de esto produce su propia energía eléctrica.

Billiton PLC opera en Brasil como accionista de Alumar, produciendo aluminio primario y alúmina. 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 São Paulo, produce 10.5 mil toneladas de manufacturados de aluminio y es una de las líderes en el área de la extrusión de aluminio. 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.

2. LA CADENA EN EL ESTADO DE PARÁ

a) Las empresas de la Compañía Vale do Rio Doce (CVRD)

A pesar de destacarse internacionalmente por su actuación en el área de la minería de hierro, la CVRD es una empresa que actúa en diversas áreas relacionadas, explotando y utilizando recursos naturales tales como los del 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 fortaleza de la empresa, es su capacidad de administrar la logística de extracción, beneficio y transportación de recursos naturales y sus productos derivados. Otro importante punto en común entre esas actividades y productos es que ellas son comercializadas para un número reducido de compradores a través de contratos de largo plazo²⁷. Cualquier actividad o producto cuya comercialización no corresponda a esas características, está definitivamente fuera del negocio central 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. 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.

Aluvalé es el grupo de las empresas de aluminio de la CVRD y tiene participación en la MRN (bauxita), en Alunorte (alúmina), en Albras y en Valesul (aluminio primario). Las tres primeras se encuentran en el Estado de Pará. Toda la comercialización y administración financiera de las empresas de Aluvalé está concentrada en su oficina en Rio de Janeiro. Aluvalé es un agente de tamaño medio en la industria mundial del aluminio, con una operación integrada de bauxita a aluminio primario.

Mineração Rio do Norte

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

CVRD, a través de Aluvale, posee 40% de las acciones ordinarias. El resto de las acciones es repartida entre algunas de las mayores empresas productoras de aluminio primario del mundo además de la CBA.

MRN se encuentra junto a las reservas de bauxita que se descubrieron a finales de los años sesenta²⁸ y que en la actualidad están estimadas en un billón de toneladas. Las principales minas se encuentran en diversas mesetas situadas en medio de la floresta amazónica y en los márgenes del río Trombetas, afluente del río Amazonas, en el municipio de Oriximina.

²⁷ 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.

²⁸ El descubrimiento de las primeras grandes reservas comerciales de bauxita en la Amazonia fue realizada por Alcan en 1967.

En realidad se trata de una área distante de cualquier ciudad o pueblo (más de 2 horas en bote). Por tanto, los empleados o cualquier persona que preste servicios a la MRN, aproximadamente seis mil personas, viven en el complejo de Puerto Trombetas. Este lugar cuenta con escuelas, hospital, sistema de comunicación vía satélite, un aeropuerto y puerto, y no permite la entrada a personas que no sean invitadas. Igualmente la tripulación de los barcos que embarcan la bauxita no pueden desembarcar sin autorización. Existe una población ribereña 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 ventas del mineral, realizadas a los propios accionistas, o a través de ellos a empresas ligadas, son regidas principalmente por contratos de largo plazo. Las can-

Cuadro X-8
COMPOSICIÓN ACCIONARIA DE MRN
(acciones ordinarias, en porcentajes)

Vale do Rio Doce Aluminio S.A	40.00
Billiton Metais	12.50
Alcan Aluminio do Brasil Ltda.	12.50
Companhia Brasileira de Aluminio	12.50
Alcoa Aluminio S.A.	8.12
Norsk Hydro Comercio e Industria Ltda	5.00
Reynolds Aluminio do Brasil Ltda.	5.00
Abalco S.A.	4.37

Fuente: *Relatorio anual del MRN*, 1998.

tidades vendidas a cada empresa son confirmadas anualmente y pueden variar ligeramente. En 1998, las ventas de las empresas alcanzaron 9.966.000 toneladas, siendo 59% destinada al mercado interno y 41% al externo.

Por tanto, 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.

La calidad de la bauxita y su bajo costo de extracción hacen de MRN una empresa bastante competitiva. Ésta se beneficia de economías de escala 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 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 la superficie y posee una capa de aproximadamente 3 metros de espesor. Los ocho metros que separan la capa de material orgánico del mineral están compuestos de tierra o arcilla.

Diversos equipamientos pesados y de gran tamaño 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 las 24 horas en tres turnos. Camiones de gran tamaño retiran el mineral de la mina y lo colocan en correas transportadoras que lo 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 lleva hasta el puerto y se embarca en los navíos que transportan el mineral en dos días hasta el puerto de Villa do Conde, donde se encuentra localizada Alunorte, o hasta el océano Atlántico.

No obstante que la extracción mineral de la bauxita es un proceso poco intensivo en tecnología, la constante exigencia del mercado 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.

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 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 estimuló a los empleados ampliar su educación formal, con programas a distancia, proporcionados por Fubrae, enseñanza complementaria y cursos profesionales ofrecidos 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.

MRN también interactúa con sus accionistas y proveedores con la finalidad de mejorar su proceso de producción. Como ejemplo 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 sondeo. MRN también se beneficia enormemente de sinergia con CVRD, en cuanto a la selección y adquisición de equipamiento pesado, como excavadoras y camiones.

Sin embargo, el proceso de aprendizaje a través de interacciones más interesante se debe al esfuerzo de MRN en el tratamiento de los desechos y reforestación 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 la 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.

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 planta 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 tanto, había una brecha de 894 hectáreas a ser reforestadas. Sin embargo, con mayor experiencia y con técnicas mejoradas, la reforestación se ha acelerado. El área reforestada en el primer semestre de 1999 fue cuatro veces mayor que el total reforestado en todo el año 1998.

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

En la reforestación se aprovechan las ramas y la capa de material orgánico retirados del terreno original. 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 plantas²⁹ de especies nativas, la primera etapa es la recolección de semillas en las florestas nativas vecinas a la mina. A partir de 1999, esas semillas pasaron

²⁹. En el primer semestre de 1999 se produjeron 450 mil plantas de especies nativas, utilizando la capacidad máxima del vivero de Puerto Trombetas.

a ser encargadas y compradas de las comunidades ribereñas, lo que aumentó la oferta y diversidad de especies y generó nuevas fuentes de ingreso a esa población.

Otro ejemplo se refiere al tratamiento de residuos. En 1986, 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 a recipientes (tanques) 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 y lagos.

Para viabilizar la implantación de tanques de residuos, MRN transfirió en 1989 las instalaciones de beneficio del material de la región del puerto a la mina. En total la MRN gastó 82 millones de dólares para posibilitar la implantación de tanques. Consultores y especialistas en geotécnica fueron contratados para el proyecto. A fines de 1998, se inició la revegetación del primer tanque de residuos de 25 hectáreas, a través del proceso de hidroponía. Se realizan diversas otras pruebas con el objeto de perfeccionar esa tecnología de revegetación.

A partir de 1991, 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– en São Paulo y el Departamento de Suelos de la Universidad Federal de Vico 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 tanques y por cerca de 10 años (hasta 1989), los residuos del beneficio de la bauxita fueron lanzados en el lago Batata, 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, MRN inició los trabajos de monitoreo de ese lago a través de convenios con la Universidad Federal de Rio 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). 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 indican la continua mejoría de las aguas impactadas del lago, con la consecuente recolonización del área por peces.

Para eliminar la emisión de partículas sólidas en la atmósfera (arcilla y bauxita fina) en los secadores de bauxita, 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. 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.

Aluminio do Norte do Brasil S.A. Alunorte

Alunorte entró en operación en julio de 1995 para producir y comercializar alúmina y, de esa forma, completar, junto con MRN y Albras, el ciclo de producción de bauxita-alúmina-aluminio en el Estado de Pará. La empresa está localizada en el municipio de Barcarena, en el margen del río Pará, cerca de 40 km, de Belem y a 300 km de Tucuruí. Estando al lado de 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.

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

Las obras iniciaron en 1980 pero debido a la crisis mundial de la industria del aluminio a partir de 1981-82, los japoneses perdieron interés y el proyecto fue paralizado. En función de los avances tecnológicos de la industria fue posible reactivarlo en los años noventa, ya bajo control integral de CVRD. En julio de 1995, la empresa entró en operación. CVRD pasó a controlar la empresa a través de Aluvale y MRN, totalizando una participación accionaria de 76,5%. Recientemente Norsk Hydro adquirió 25,5% del capital de la empresa.

La operación de Alunorte permitió la recuperación del capital invertido y puso fin al “embarazoso paseo” de la bauxita que era exportada por MRN y retornaba en forma de alúmina para Albras. Además, propició una gran ganancia de eficiencia para Albras, que consume 60% de la producción de Alunorte y para Valesul, que consume cerca de 10%, 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 Alunorte son exportadas.

Se trata de una planta química con proceso continuo, operando 24 horas por día, 340 días en el año. 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 mejoras se han realizado, en la mayor parte a través de la interacción del personal de la propia fábrica con los proveedores de los equipamientos. La optimización del sistema como un todo ha permitido ganancias de productividad que elevaron la capacidad nominal prevista para la planta de 1.1 millones a más de 1.5 millones de toneladas de alúmina. El equipo es reducido –cerca de 460 funcionarios en la fábrica– y organizado de acuerdo con los más modernos conceptos: pocos niveles jerárquicos. 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.

Alunorte cuenta con la ISO 9002 y está empeñada en conseguir la ISO 14000. En esa dirección la empresa implantó un sistema que disminuyó en al menos 70% la emisión de partículas por embarque en el 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.

Alunorte es integrante y copatrocinadora de la Comisión Interna de Medio Ambiente (CIMA), que además congrega representantes de Albras, de los gobiernos estaduais 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 Albras y Alunorte en relación con el impacto sobre el medio ambiente y contribuir para la formación y difusión de los conceptos preservacionistas y proteccionistas del medio ambiente.

Además de la presión 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.

El principal desecho de una refinería de alúmina es el llamado “barro rojo”, formado 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, se adoptó la mejor tecnología disponible: el método de deposición de barro con alta densidad, originalmente desarrollado por la empresa alemana Giuliani. Adicionalmente, se desarrolló un 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 mezcla de “barro rojo” con el desecho de la producción de caulim y de las cubas electrolíticas utilizadas para la producción de aluminio de 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 Alunorte, dos profesores de la Universidad de Pará contribuyeron en el proyecto de aprovechamiento del “barro rojo” para cerámica.

Aluminio Brasileiro S.A. Albras

Albras es productora de aluminio primario en lingotes. Es una empresa orientada a la exportación, siendo su producción colocada por sus accionistas de acuerdo con sus participaciones (51% Aluvale, 49% NAAC).

La empresa está localizada en Vila do Conde, en el municipio de Barcarena, al lado de Alunorte. Igual que Alunorte, Albras fue consecuencia del acuerdo bilateral firmado en 1976 entre los gobiernos de Brasil y de Japón. La fábrica de Albras inició operaciones en 1985 y en 1987 se comenzó la construcción de la segunda fase para ampliar la capacidad a 320 mil toneladas.

En diciembre de 1999 el total de empleados de la empresa era de 1.340 personas. Albras proporciona entrenamiento 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, implantado con el apoyo de Alunorte y Senai.

Existe una gran autonomía de Albras con relación a su administración de personal. No existen programas comunes desarrollados con otras empresas del grupo, ni con la vecina Alunorte. Las

empresas tienen filosofía y culturas administrativas distintas y no coordinan sus actividades. Por tanto, no se explora el potencial de sinergias internas o ganancias de escala en entrenamiento.

La tecnología empleada en la fábrica de Albras es la que utiliza hornos de ánodos precocidos y proviene de la Pechiney, traída por la Mitsui Aluminium Co. Los principales avances tecnológicos se refieren a la escala de operación y al control y automatización del proceso. Se trata de un esfuerzo donde la microelectrónica permite mayor control de las variables y, con eso, obtener mayor escala y eficiencia. Así, la corriente eléctrica que no pasaba de 50 ka (mil amperios) en los primeros hornos industriales, hoy llega a 320/330 ka. Por tanto, el progreso técnico es enorme, aunque el proceso sea esencialmente el mismo hace más de un siglo.

Diversos ejemplos ilustran importantes avances técnicos obtenidos a través de interacciones con otras empresas e instituciones, en particular con la fábrica Norteamericana Alumax.

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/UFGA (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 mejoras obtenidas en la subestación de energía eléctrica de Albras.

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, un hospital, ha construido puentes, una estación de tratamiento de agua, puestos de salud y recientemente instaló 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.

Sin embargo, tal vez la experiencia de trabajo social más interesante de la empresa, fue su participación en la solución de un problema que afectaba 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 dedos, manos, pies e incluso piernas y brazos de esos operarios.

Un grupo de empleados 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 molidor. Además de evitar accidentes, la solución aumentó significativamente la productividad del equipamiento de las alfarerías. El grupo, equipado de máquinas 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 1.400 personas.

En cuanto al control ambiental, se gastaron cerca de 2.5 millones de dólares, 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)³⁰.

La empresa aún mantiene un cinturón verde de 3.500 hectáreas de floresta alrededor de la fábrica y un huerto para la producción de plantas y desarrolla un amplio programa de preservación ambiental y educación para estudiantes, profesores y líderes, además de campañas para toda la comunidad.

b) 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 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

³⁰. Véase la sección referida a Alunorte.

reserva para almacenamiento de residuos y futuras expansiones. Alunorte y Albras mantienen más de 3.000 mil hectáreas de floresta preservada junto a las fábricas.

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. Además de servir a la fábrica de 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. Alunorte, de acuerdo con el contrato de operación compartido 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 Albras.

En Villa de los Cabanos, distante 7 kilómetros, vive el personal del distrito industrial. Los servicios de agua, alcantarillado, luz, teléfono y atención médico/hospitalaria 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 concesionarias³¹. 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.

Además de las empresas que supervisan la infraestructura de energía eléctrica y portuaria y las empresas ya citadas, 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 elaborado en la vecina fábrica de Albras en estado líquido. Un pequeño número de vasijas con aluminio bruto retirado de los hornos de Albras se transporta en estado líquido directamente a 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 principal dificultad de la empresa son los costos del flete para el transporte de los productos a 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 servicios³², la empresa tiene dificultades para colocar su producto 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.

³¹. Estudio de Viabilidad de Alunorte, septiembre de 1993.

³². 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.

Pará Pigmentos S.A. (PPSA) fue 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 de papel. Los yacimientos de caulín se encuentran localizados en Ipuxina y el material es transportado por un mineroducto de 180 km. La empresa deberá alcanzar una capacidad de producción de un millón de toneladas/año en el 2001.

Rio Capim Caulim (RCC) también se instaló en 1995, formada por la empresa norteamericana DBK, la empresa alemana AKW y el grupo brasileño Mendes Jr. La empresa es la segunda mayor proveedora de caulín del país y también debería alcanzar la capacidad de un millón de toneladas anuales en el 2001.

3. CONCLUSIONES

Las principales etapas de la cadena 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 está en el hecho que los procesos de producción de cada etapa se caracterizan por bases técnicas totalmente distintas. La extracción es esencialmente un proceso minero, 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, es de carácter metalúrgico. Por tanto, se trata de tecnologías completamente diferentes una de la otra.

La bauxita y la alúmina son productos básicos en el mercado internacional. El aluminio primario es un producto homogéneo, claramente definido (98,8% de pureza) y cotizado en bolsas de comercio. De esta forma, no hay nada para ajustar o adaptar 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 como se pasa a tener productos diferenciados, que precisan competir con productos sustitutos.

Por tanto, son casi inexistentes las externalidades dinámicas de la concentración geográfica 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 el progreso técnico. En consecuencia, la idea de avanzar aguas abajo en la cadena en una determinada región del país, tropieza con 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 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. Esto no quiere decir que no exista un proceso importante de progreso técnico e innovación; en particular, la incorporación de la microelectrónica en las primeras etapas de la cadena ha producido incrementos notables de productividad y eficiencia.

Por su parte, 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 dependen en gran medida del tamaño y composición de la demanda local o regional. El potencial de externalidades dinámicas parece ser significativo entre las industrias de transformados y las industrias consumidoras de sus productos específicos. Considerando que las industrias metalúrgicas poseen una base técnica común y los mismos proveedores de máquinas y equipamientos, el potencial de externalidades dinámicas entre las diferentes industrias metalúrgicas y sus proveedores de máquinas y equipamientos debe ser significativo.

Lo que tiende a ocurrir en la cadena de aluminio es la verticalización de las empresas, sin embargo, por razones distintas a 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 tanto, se trata de una razón clásica para la verticalización e internalización de la producción.

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 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.

En cuanto a los conocimientos generales que se utilizan en 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, especialmente del sudeste y nordeste.

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 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.

Existen otras dos grandes áreas que deben ser generadoras de externalidades positivas locales e involucrar políticas dentro de los ámbitos estaduais 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 Amazonia. 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 estaduais, reflejada en la ausencia en los proyectos sociales de las empresas de la CVRD 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.

Capítulo XI

DINÁMICA DE LA AGLOMERACIÓN MINERA EN ORURO EN UN CONTEXTO DE CRISIS

Fernando Loayza e Ismael Franco

Este capítulo analiza la evolución en el tiempo de la aglomeración minera en Oruro¹ y en particular el impacto de la crisis del estaño sobre las estrategias de las empresas. También identifica las principales dificultades y oportunidades que confronta la aglomeración minera en Oruro. A tal efecto se realizó un análisis longitudinal y transversal de la aglomeración desde 1980 hasta mediados del 2000. Entre 1980 y 1984 se gestó la crisis minera que tiene su desenlace en el período 1985-1986 y a partir de 1987 se produce la recuperación de la economía y la restructuración de la aglomeración. El análisis longitudinal permitió contrastar las características de las empresas centrales (mineras) y relacionadas (proveedoras de bienes y servicios a las centrales), así como de la economía de Oruro, antes y después de la crisis. El análisis transversal permitió comparar las características y particularidades de las empresas centrales y relacionadas entre sí.

La información se recopiló mediante entrevistas en profundidad a ejecutivos de empresas mineras, ejecutivos de empresas relacionadas y directores de las carreras de la facultad de ingeniería de la Universidad Técnica de Oruro. Ésta se complementó con información primaria sobre estadísticas y secundaria como libros, memorias anuales de instituciones mineras, revistas y suplementos de periódicos.

1. ELEMENTOS DE CONTEXTO

a) Historia

El desarrollo del departamento de Oruro, y en especial de la ciudad de Oruro, desde sus orígenes siempre estuvo ligado al desarrollo de la industria minera. La ciudad de Oruro se fundó, en los albores del siglo XVII, por la influencia del descubrimiento de yacimientos mineros ricos en plata. Sin embargo, la minería de Oruro, por siglos, se desarrolló a la sombra de la entonces pujante industria minera de la plata de Potosí,

¹ Oruro es uno de los nueve departamentos en los cuales se divide políticamente la república de Bolivia y es uno de los dos departamentos, junto a Potosí, de larga tradición minera en el país. con la explotación del Cerro Rico. En las postrimerías del siglo XIX, no obstante, debido a la declinación de la producción del Cerro Rico, Oruro vino a constituirse en el nuevo polo dinámico de la minería boliviana².

El despegue de la industria minera de Oruro se produjo con el apogeo de la minería del estaño, cuando la producción boliviana alcanzó los más altos niveles de la producción mundial de este metal. Las primeras cuatro décadas del siglo XX fueron la época dorada de la minería boliviana en el período republicano y de la minería de Oruro.

El ciclo de la minería del estaño tuvo su punto de inflexión en 1952, con la nacionalización de las minas y la constitución de la Corporación Minera de Bolivia (Comibol), la empresa minera estatal de Bolivia. Hacia mediados de los ochenta debido al desplome del precio internacional del estaño, la minería de Oruro experimentó una profunda crisis.

b) Geografía

La aglomeración minera Oruro se ha desarrollado en el departamento del mismo nombre. Las operaciones de las empresas mineras de la aglomeración se encuentran situadas en el área rural, las empresas metalúrgicas en la ciudad de Oruro y en los alrededores de esta ciudad y las empresas relacionadas en la misma ciudad.

El departamento de Oruro se encuentra situado en el flanco occidental del país, cuya región central forma parte de la meseta altiplánica boliviana que es una planicie situada entre las cordilleras oriental y occidental de la cadena montañosa andina. Por su ubicación y características geográficas, el departamento de Oruro es una región esencialmente minera, poco propicia para las actividades agropecuarias. La ciudad de Oruro, capital del departamento de Oruro, se encuentra situada a una altura media de 3.709 metros sobre el nivel del mar, su temperatura ambiente promedio es de 9°C, su humedad relativa promedio anual de 52,9% y la precipitación pluvial total anual de 40.7 mm.

c) Contexto socioeconómico

El departamento de Oruro cuenta con casi 400.000 habitantes, de los cuales 250.000 habitan en la ciudad de Oruro, 20.000 en otras poblaciones urbanas y 130.000 en poblados rurales. La tasa de desempleo de la ciudad de Oruro es del 7%, una de las más altas del país, siendo la tasa de desempleo promedio nacional del 4,2%. El ingre-

². En las postrimerías del siglo XIX, en Potosí y Sucre vivían los aferrados al pasado, en cambio Oruro era la ciudad del trabajo, de los cateadores de fortuna, de los ansiosos por el éxito material (Querejazu, 1992). *so per cápita* anual es de 846 dólares americanos y el índice de desarrollo humano 0.5849, el segundo más bajo entre las nueve ciudades capitales del país³. El producto interno bruto del sector minero metalúrgico del departamento de Oruro representa el 29% del producto interno bruto departamental; comparativamente el producto interno bruto del sector minero metalúrgico nacional representa el 6% del producto interno bruto nacional⁴.

d) Contexto macroeconómico de la crisis minera

Entre 1952 y 1985 la economía boliviana se desarrolló bajo el modelo de dirigismo estatal y de sustitución de las importaciones. Dicho modelo se caracterizó por su excesivo proteccionismo e intervención en la economía. Sus principales rasgos, en lo concerniente al sector minero y metalúrgico, fueron: i) la entrega obligatoria de los concentrados de minerales al Banco Minero y a la fundición estatal, Empresa Nacional de Fundiciones, en condiciones no siempre favorables para los productores; ii) mantenimiento de extensas áreas del territorio nacional como reserva fiscal; iii) vigencia de un sistema impositivo basado en regalías que no tomaba en cuenta las utilidades o pérdidas reales y las inversiones en operaciones mineras; iv) política cambiaria discriminatoria hacia el sector minero; y, v) distorsión de precios y salarios reales.

Desde los primeros años de la década del ochenta, y en especial a partir de 1982, la economía boliviana comenzó a sumergirse en una profunda crisis económica y social. En el desenlace de esta crisis influyó, de manera significativa, el desempeño de la minería estatal. Así, en un escenario de políticas fiscales y monetarias expansivas, la suspensión del financiamiento externo, la política cambiaria constituida en el instrumento de ajuste para cubrir la creciente escasez de divisas, la persistente presión social en demanda de elevación de sueldos y salarios y el deterioro crónico de la

capacidad del Estado para gobernar, el déficit de Comibol se expandió aceleradamente, agravando significativamente el déficit fiscal. Así, esta empresa, creada con la finalidad de transferir excedentes al Estado y a la economía nacional, se convirtió en demandante neto de transferencias crecientes al Estado y la economía nacional a partir de 1984³.

Finalmente, la economía boliviana desembocó en un proceso recesivo e hiperinflacionario que condujo a la adopción de un modelo económico de libre mercado en agosto de 1985⁶.

³. PNUD, 1998.

⁴. Instituto Nacional de Estadística, 2000.

⁵. Centro de Estudios Minería y Desarrollo (Cemyd) 1990.

⁶. Ver Unidad de Análisis de Políticas Económicas (Udape), 1992 y Cemyd 1990.

2. DINÁMICA DE LA AGLOMERACIÓN

a) Definición de la aglomeración

La aglomeración minera en Oruro es el conjunto de empresas del departamento del mismo nombre constituidas alrededor de la actividad minera y metalúrgica. La aglomeración se forma a partir de la demanda de insumos y servicios de las empresas mineras y metalúrgicas, denominadas “empresas centrales”, a empresas en otras actividades económicas, tales como electricidad, transporte terrestre y ferroviario, industrias manufactureras y laboratorios de análisis químico, denominadas empresas relacionadas (Gráfico XI-1).

La relación entre las empresas minero-metalúrgicas y las empresas relacionadas está marcada por la competencia y un cierto grado de cooperación incipiente. La competencia se produce en torno a la participación de los ingresos que se generan en la actividad minera y la cooperación se produce, entre dos o más empresas, en torno a la generación de ventajas mutuas.

En la aglomeración minera en Oruro, las empresas mineras pueden clasificarse en empresas grandes, medianas, chicas y cooperativas⁷. Las empresas mineras medianas y grandes son aquellas que cuentan con operaciones mecanizadas y una organización técnico-administrativa para la gestión de sus operaciones. Las empresas mineras grandes, además, son aquellas que se asociaron con capitales extranjeros e introdujeron métodos masivos de explotación en minería y metalurgia, por medio de los cuales lograron superar las desventajas del bajo precio de los minerales y el empobrecimiento de los yacimientos⁸. Las empresas mineras chicas y las cooperativas mineras son empresas con limitada capacidad económica y acceso al capital y su tecnología de producción se basa en el uso intensivo de la mano de obra⁹.

b) Crisis de las empresas mineras y metalúrgicas

En el período 1980-1985, gráfico XI-2, se presenta la producción total de minerales y metales de Oruro y su estructura. La producción del estaño representaba entre el 61

⁷. Las empresas mineras del *cluster* también se pueden clasificar en estatales y privadas. Las empresas mineras estatales forman parte de la Corporación Minera de Bolivia, Comibol, que fue constituida en 1952 con la nacionalización de las empresas mineras de los grupos Patiño, Hochschild y Aramayo.

⁸. En términos formales, las empresas que aquí denominamos empresas mineras grandes son empresas mineras medianas que se diferencian de las restantes por su capacidad de asociarse con empresas transnacionales.

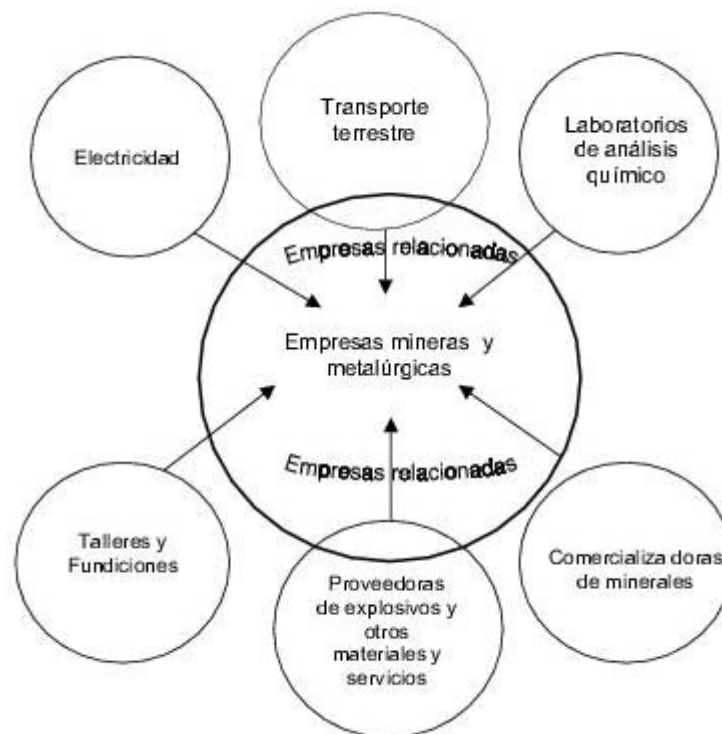
⁹. “En muchas minas, el minero chico vive como los hombres de las cavernas; además, en las operaciones pequeñas, trabaja la pareja y también los hijos. Así, los costos de minería resultan muy bajos. Más claramente, el aire comprimido y la perforación neumática son más caros que el esfuerzo humano que utiliza el combo y la barreta para la perforación. Se trata de realidades del subdesarrollo, muchos de los mineros chicos tienen que

seguir explotando sus minas porque no tienen otra alternativa. Cerrar operaciones significaría carecer de toda posibilidad de ingresos y confrontar el hambre”. (Dávila, 1999).

y 68% del valor de producción de minerales y metales del departamento de Oruro¹⁰ y, como puede apreciarse en el gráfico XI-3, el producto interno bruto del sector minero y metalúrgico representaba el 32% del producto interno bruto de Oruro. De esa forma, el estaño se constituía en el principal producto de la producción minera, y el sector minero, en el principal aportante al producto de la economía de Oruro.

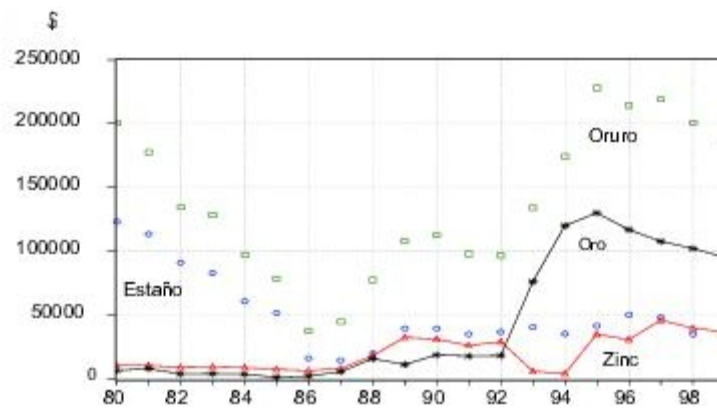
Después de varias décadas de intervención eficaz del Consejo Internacional del Estaño (CIE) en el sostenimiento en niveles altos del precio del estaño en el mercado internacional, en los primeros años de la década del ochenta, los fundamentos del mercado rebasaron la capacidad de intervención del CIE. Esto dio lugar, como puede apreciarse en el gráfico XI-4, a la disminución sostenida del precio de este metal, de 7.61 a 2.53 dólares americanos por libra fina entre 1980 y 1986. El desplome del precio del estaño se produjo en octubre de 1985, cuando el precio alcanzó a menos de 2.50 dólares americanos por libra fina.

Gráfico XI-1
CLUSTER MINERO ORURO



¹⁰. De las 11 empresas mineras grandes y medianas del *cluster*, 10 producían estaño, aparte de producir otros minerales en pequeña escala.

Gráfico XI-2
ORURO: VALOR DE PRODUCCIÓN DE MINERALES Y METALES



Fuente: Asociación Nacional de Mineros Medianos y Vice Ministerio de Minería y Metalurgia.

La disminución sostenida del precio del estaño entre los años 1980 y 1986 determinó, como puede inferirse de la observación de los gráficos XI-4 y XI-2, la caída vertiginosa del valor de producción del estaño del departamento de Oruro de 123.405.387 a 16.478.705 dólares americanos, una disminución de 87%. Asimismo, el valor de producción de minerales y metales de este departamento se redujo en el mismo período de 200.907.853 a 37.857.249 dólares americanos, comportando una caída del 81%.

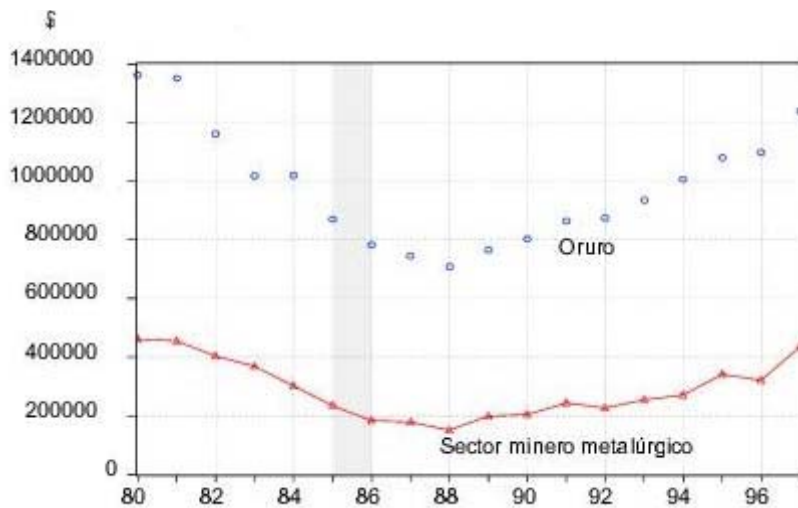
El desplome del precio significó, como puede inferirse del Cuadro XI-1, el principio del colapso de las empresas mineras de la aglomeración. Entre 1985 y el 2000, las empresas mineras grandes, medianas y chicas se redujeron de 61 a sólo 4.

La crisis del sector minero metalúrgico contribuyó, además, de manera significativa, como puede apreciarse en el gráfico XI-2, a la crisis de la economía del departamento de Oruro, cuyo PIB disminuyó en alrededor del 40% entre 1980 y 1988. Es decir, que en términos relativos puede decirse que la contracción del producto de la economía orureña fue superior al experimentado por las economías desarrolladas durante la Gran Depresión de los años treinta.

c) Crisis de las empresas relacionadas

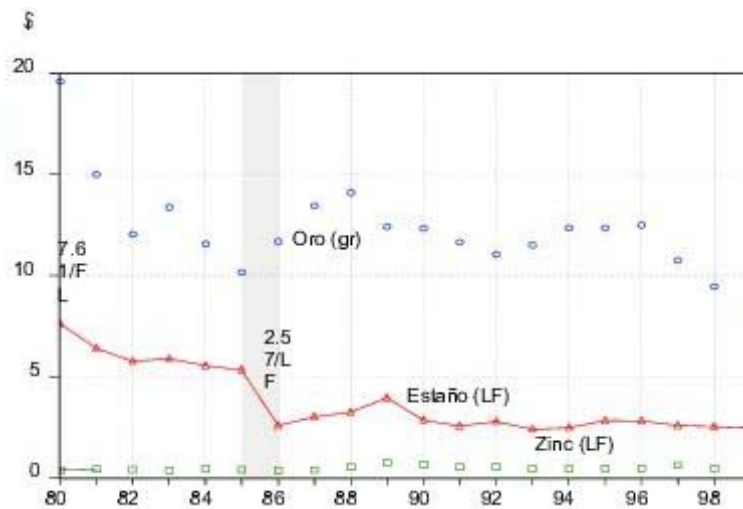
Antes de la crisis minera, el desarrollo de las empresas mineras y metalúrgicas había propiciado el desarrollo de prósperas empresas relacionadas en la ciudad de Oruro, tales como: la Empresa Ferroviaria Andina, FCA S.A., la Fábrica de Calzados Zamora, la distribuidora de maquinaria minera Schmidt Ltda., la Fábrica Nacional de Explosivos y Accesorios, Fanexa, y la Planta Industrial Oruro, PIO.

Gráfico XI-3
ORURO: PRODUCTO INTERNO BRUTO
En miles de bolivianos de 1990



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, *Anuario Estadístico 1999*.

Gráfico XI-4
PRECIO INTERNACIONAL DEL ESTAÑO, ORO Y ZINC
En dólares americanos



Fuente: Banco Central de Bolivia, *Boletín del Sector Externo No.22*.

Cuadro XI-1
EMPRESAS MINERAS Y METALÚRGICAS POR TIPO
(número)

	En 1985	En el 2000
Grandes y medianas	11	3
Chicas	50	1
Cooperativas	8	22
Metalúrgicas	3	2
Total	72	29

Fuente: Asociación Nacional de Mineros Medianos y entrevistas a ejecutivos de empresas mineras.

De manera casi paralela a la crisis minera, debido a la disminución de la demanda de insumos y servicios de las empresas mineras, como puede apreciarse en el cuadro XI-2 y en el gráfico XI-5, esta crisis se extendió a las empresas relacionadas.

La Empresa de Ferrocarriles Andina, ex Empresa Nacional de Ferrocarriles, ENFE, proveedora de servicios de transporte ferroviario de pasajeros y de carga nacional e internacional, en el mismo período confrontó una aguda crisis. El tráfico de carga de dicha empresa describe un patrón muy similar a la trayectoria temporal del valor de producción de minerales y metales del departamento de Oruro. También, esta empresa, en el período 1980-1985, operó con alrededor del 78% de su capacidad instalada; en los tres años posteriores a la crisis minera su capacidad utilizada bajó al 56%.

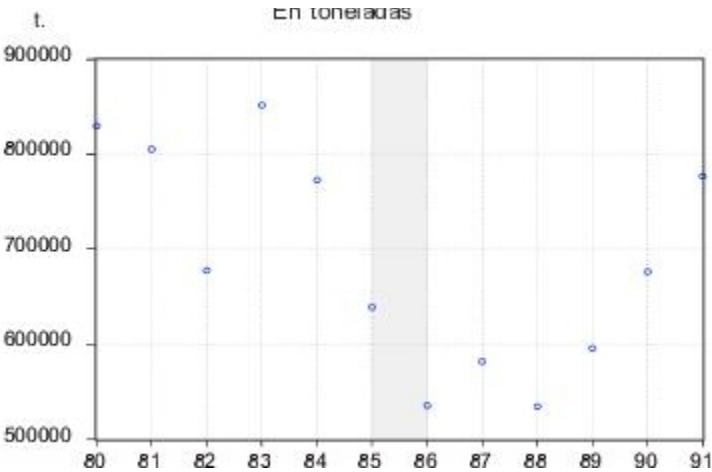
La Fábrica Nacional de Explosivos y Accesorios S.A., Fanexa SAM, antes de 1985 operaba a capacidad plena y empleaba a 260 personas. En el período de 1987 al 2000 opera al 30% de su capacidad y emplea a 80 personas.

La Planta Industrial Oruro, PIO, que cuenta con una fundición de hierro y talleres de gomería, de fabricación de moldes de fundiciones de hierro y de fabricación de accesorios y maquinaria para la minería, antes de 1985 operaba al 100% de su capacidad instalada y empleaba a 300 personas. En el período 1987 al 2000 operó, en promedio, al 35% de su capacidad y contó, en promedio, con 45 empleados.

La Ferretería John Schmidt, distribuidor de maquinaria para la industria minera de la marca sueca Atlas Copco y de explosivos y accesorios de la empresa Camar Ltda., antes de 1985 operaba al 90% de su capacidad instalada, en el período 1987 al 2000 no logró todavía recuperarse y el empleo se redujo al mínimo indispensable para no cerrar la empresa.

La fábrica de calzados Zamora, que produce botas de punta de acero, botas resistentes a altas temperaturas y calzados para el público en general, antes de 1985 operaba al 100% de su capacidad, producía 8 mil pares de calzado por mes, y empleaba alrededor de 150 personas. En el período 1987 al 2000 opera al 50% de su capacidad y emplea a 75 personas.

Gráfico XI-5
EMPRESA FERROVIARIA ANDINA S. A.: TRÁFICO DE CARGA
En toneladas



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Empresa Nacional de Ferrocarriles.

Cuadro XI-2
EMPRESAS RELACIONADAS: CAPACIDAD UTILIZADA Y EMPLEO

Empresas relacionadas	Antes de 1985		1987 a 2000	
	Empleo	Capacidad utilizada	Empleo	Capacidad utilizada
Ferrocarriles	-	78%	-	56%
Explosivos	260	100%	80	30%
Planta industrial	300	100%	45	35%
Distribuidora de maquinaria minera	-	90%	Mínimo	Transformación
Calzados	150	100%	75	50%

Fuente: Elaboración propia.

3. TRANSFORMACIÓN DE LA AGLOMERACIÓN

a) Cambio tecnológico en empresas grandes

La recuperación del sector minero metalúrgico de la aglomeración se produjo a través de la introducción del cambio tecnológico y la diversificación productiva. El cambio tecnológico consistió en la incorporación de métodos masivos de producción en la explotación minera y tuvo como objetivo contrarrestar las desventajas del bajo precio de los minerales y el empobrecimiento de los yacimientos.

Una medida de respuesta complementaria a la introducción de cambios tecnológicos fue la diversificación de la producción, como puede verse en el gráfico XI-2, del estaño hacia otros minerales, tales como el oro y el zinc. Esta diversificación fue una respuesta a la nueva estructura de precios relativos de los minerales o metales de la región.

El cambio tecnológico fue posible debido a la asociación de empresas nacionales con empresas mineras multinacionales. Al amparo del contexto macroeconómico favorable para la realización de inversiones producto del establecimiento del modelo económico de mercado, las empresas mineras Inti Raymi y Comsur - Bolívar se asociaron con empresas transnacionales y por este intermedio incorporaron cambios tecnológicos en la aglomeración.

La empresa minera Inti Raymi fue constituida en 1982 por el grupo boliviano Zeland Mines S.A. y el norteamericano Westworld Inc., cada uno con una participación accionaria del 50%, con la finalidad de explotar los yacimientos auríferos del cerro Kori Kollo en el departamento de Oruro. Inti Raymi fue pionera en la introducción del método de explotación a cielo abierto en minería y el método de lixiviación en pilas en metalurgia, en su proyecto de explotación de óxidos.

Este proyecto confrontó varias dificultades debido a la crisis económica nacional y la situación desfavorable a la inversión y atracción de capitales imperante en el período 1982 y 1985. De ahí que las fuentes de financiamiento fueron prácticamente inexistentes para el proyecto. Bajo este contexto, Inti Raymi recurrió a la maquinaria ociosa de la empresa constructora Bartos y Cía., para el movimiento masivo de tierras y a un crédito de corto plazo de la empresa comercializadora de minerales de March Rich.

Posteriormente, con la apertura y liberalización económica establecida en Bolivia, Inti Raymi accedió a un crédito de Trading Corporation, sustituyendo de esa manera un crédito de corto plazo por uno de largo plazo.

En 1988, para la ejecución del proyecto sulfuros, la etapa más grande e importante de la mina, se unió al grupo accionista la empresa Battle Mountain Gold Company con la compra del 25,5% de los derechos de cada uno de los accionistas iniciales. Posteriormente, una vez que las reservas de sulfuros fueron probadas y cuantificada la inversión requerida en el proyecto, se produce un nuevo ajuste de la participación accionaria, con Battle Mountain como socio mayoritario con el 88% de participación y

Zeland Mines como socio minoritario con el 12% restante. La implementación del proyecto de sulfuros de Kori Kollo, involucró la instalación de una nueva planta de tratamiento de minerales, una planta de lixiviación por agitación, otro cambio tecnológico introducido por Inti Raymi en el país y el establecimiento de la infraestructura industrial complementaria.

En los últimos años, Inti Raymi ha realizado trabajos de desarrollo de reservas en el cerro Llallagua, a 2 kilómetros de distancia de Kori Kollo, y pruebas metalúrgicas de biolixiviación. Si Inti Raymi tiene éxito en estos trabajos, Llallagua se convertiría en el nuevo proyecto de esta empresa, una vez que la explotación del Kori Kollo culmine en aproximadamente dos años. Recientemente, la empresa norteamericana Newmont adquirió los derechos de Battle Mountain sobre Inti Raymi, continuando como accionista minoritario Zeland Mines.

La Compañía Minera del Sur (Comsur) es una empresa boliviana conformada por varias operaciones mineras, siendo las más importantes: Porco (Zn-Ag-Pb), la planta de procesamiento de minerales de Don Diego alimentada por las minas Huari-Huari, San Lucas, Colquechaquita y San Lorenzo (Zn-Pb-Ag), Bolívar (Zn-Pb-Ag), Comco (Ag) y Puquio Norte (Au).

En 1990, Río Tinto Zinc (RTZ) adquirió un tercio del paquete accionario de Comsur posibilitando la realización de trabajos de exploración sostenidos y la incorporación de estrictos estándares ambientales y de seguridad ocupacional en las operaciones mineras de esta empresa.

Comsur es pionera en asociarse a capitales extranjeros y en la introducción del método de explotación de minería sin rieles para la mecanización de sus operaciones mineras subterráneas, en Porco, en el departamento de Potosí y posteriormente en Bolívar¹¹, en el departamento de Oruro.

Comsur también es pionera en la automatización y modernización de la flotación de minerales complejos de zinc - plata - plomo. Cambios inicialmente introducidos en Porco, en los años de 1991 y 1992, luego aplicados en la mina Bolívar entre 1993 y 1994.

La transformación de Inti Raymi y Comsur-Bolívar es más evidente cuando se contrasta su desempeño con Huanuni¹², una operación minera estatal que no introdujo cambios tecnológicos ni se asoció con capitales extranjeros durante el período del estudio (véase el cuadro XI-3)). Entre los años de 1984 y 1999, el valor de producción de minerales aumenta del 0,2% al 21% y del 3,5% al 14% del valor nacional de la producción de minerales en las operaciones de Inti Raymi y Bolívar, respectivamente. Por el contrario, en el mismo período, el valor de producción de minerales de Huanuni disminuyó del 9,3 al 3,8% del valor nacional de la producción de minerales.

De esta manera, las minas de Inti Raymi y Bolívar se constituyen en las operaciones mineras más mecanizadas del país y, por tanto, del departamento de Oruro, además de ser los mayores contribuyentes al valor de producción de minerales de Oruro.

¹¹. La empresa minera Bolívar explota yacimientos de minerales complejos de zinc - plata - plomo. De 1952 a 1993 fue administrada por Comibol, y en agosto de 1993 fue adjudicada a la Compañía Minera del Sur, Comsur, mediante contrato de riesgo compartido entre la Comibol y Comsur por 30 años, constituyéndose de esa forma Comsur - Bolívar.

¹². La empresa minera Huanuni explota yacimientos de estaño en el departamento de Oruro. De 1952 a 1999 fue administrada por Comibol y a fines de 1999 fue adjudicada a la empresa inglesa Allied Deals, bajo contrato de alquiler entre la Comibol y Allied Deals, constituyéndose de esa forma Allied Deals - Huanuni. El yacimiento estañífero de Huanuni es considerado uno de los yacimientos filoniano de estaño más ricos del mundo.

Cuadro XI-3

EMPRESAS MINERAS HUANUNI, BOLÍVAR E INTI RAYMI: PORCENTAJE DE APOORTE AL VALOR NACIONAL DE LA PRODUCCIÓN DE MINERALES (en porcentajes)

Empresas	Estaño	Oro	Plata	Zinc	Plomo	Total
1984 Huanuni	9.3	-	-	-	-	9.3
Bolivar	2.5	-	0.6	0.3	0.1	3.5
Inti Raymi	-	0.1	0.03	-	-	0.2
1999 Huanuni	3.8	-	-	-	-	3.8
Comsur - Bolivar	-	-	5.2	8.6	0.1	14.0
Inti Raymi	-	20.0	1.0	-	-	21.0

Fuente: Comibol y Asociación Nacional de Mineros Medianos.

b) Proliferación de cooperativas mineras

El multitudinario cierre de empresas y operaciones mineras, especialmente estatales (cuadro XI-1), como secuela de la crisis minera y la limitada capacidad de las empresas mineras grandes de generar empleo, condicionó el establecimiento de nuevas cooperativas mineras como un mecanismo para aliviar el desempleo en la aglomeración y el departamento. Como puede verse en el cuadro XI-1, desde mediados de los ochenta hasta los últimos años de la década del noventa, en el departamento de Oruro se establecieron 14 nuevas cooperativas mineras, la mayoría de ellas en operaciones de empresas mineras estatales cerradas.

Las cooperativas mineras son unidades económicas que aglutinan trabajadores individuales para la explotación selectiva de un yacimiento minero. Las cooperativas son una respuesta al desempleo asumida por los mineros sin trabajo para obtener un medio de supervivencia; se trata entonces de una minería cuasi artesanal y de subsistencia. La tecnología empleada por las cooperativas mineras normalmente consiste en el trabajo del cooperativista mediante el empleo de barrenos, combos, explosivos, picos, palas, carretillas y algunas otras herramientas rústicas. La concentración de minerales generalmente conlleva el empleo de maquinaria y equipo de fabricación rústica. Esta maquinaria es comúnmente de segunda mano y en varios casos resulta del ensamblaje a partir de piezas y repuestos obtenidos de equipos y maquinarias deterioradas o en desuso.

Resumiendo, en el entorno de la crisis minera las empresas centrales de la aglomeración evolucionaron de dos maneras. Por una parte, algunas empresas mineras medianas se transformaron en emprendimientos mineros dinámicos y competitivos asociadas con capitales extranjeros e introduciendo cambios tecnológicos. Por otra parte, otras empresas y operaciones mineras estatales y privadas fueron cooperativizadas, constituyéndose en emprendimientos mineros con tecnologías rústicas e intensivas en mano de obra. Esta polarización de las empresas centrales, como se analiza más adelante, se transmite también a las empresas relacionadas, originando una aglomeración polarizada en torno a dos centros: las empresas mineras grandes y mecanizadas y las cooperativas mineras.

Quizás uno de los mayores problemas en la aglomeración ha sido el relativo estancamiento en el surgimiento de empresas mineras grandes y dinámicas, luego del establecimiento de Inti Raymi y Comsur-Bolívar. Este estancamiento relativo obedecería a la falta de descubrimientos de nuevos yacimientos minerales medianos y grandes a escala internacional en la región, así como al excesivamente lento proceso de transferencia de las operaciones y yacimientos de Comibol a manos privadas. Si la empresa Inti Raymi no tuviera éxito en los trabajos de desarrollo de reservas del yacimiento del cerro Llallagua, probablemente abandonará Oruro, dejando a la aglomeración con una sola empresa minera grande. En contrapartida, sin embargo, es probable que el nuevo operador minero de Huanuni, Allied Deals, transforme esta operación en un nuevo y dinámico emprendimiento minero en la aglomeración.

c) Diversificación de las empresas relacionadas

El cambio de la estructura de las empresas centrales de la aglomeración, se transmitió a las empresas relacionadas a través del cambio de la estructura de la demanda de insumos y servicios, dando lugar al surgimiento de empresas relacionadas con las empresas mineras grandes y con las cooperativas mineras.

Las empresas mineras grandes, al emplear métodos masivos de explotación, que involucra la mecanización del proceso de extracción y el establecimiento de modernas y automatizadas plantas de concentración, emplean maquinaria pesada y equipo e instalaciones modernas. Los métodos masivos de explotación son intensivos en el consumo de energía eléctrica, transporte terrestre y laboratorios de análisis químico. Por ejemplo, el arranque de operaciones de la fase de sulfuros de Inti Raymi representó un salto cualitativo en las ventas de la empresa Transportadora de Electricidad (TDE). El consumo de energía eléctrica de Inti Raymi representó el 84% de consumo de electricidad de Elfeo-Vinto y Elfeo-Catavi juntos, es decir, equivalente al consumo de electricidad de la ciudad de Oruro y varias poblaciones del departamento. Asimismo, el empleo de métodos masivos de explotación requiere el movimiento masivo de tierras, de materiales importados y en algunos casos minerales. Esta necesidad se convierte en demanda de servicios de maquinaria pesada especializada en el movimiento de tierras y demanda de servicios de transporte de carga, nacional e internacional. De esta manera, el surgimiento de empresas mineras grandes propicia la expansión de empresas relacionadas proveedoras de los referidos insumos y servicios.

Por otra parte, sin embargo, estas empresas requieren insumos especializados que, en gran medida, es más conveniente importarlos. Así, se ha producido también una disminución significativa de la demanda por consumo de insumos nacionales, tales como explosivos, repuestos, indumentaria de seguridad industrial y maquinaria importada por empresas nacionales.

Como se mencionó, la crisis minera se transmitió también a las empresas relacionadas. Éstas respondieron a la contracción de la demanda de las empresas centrales adoptando las siguientes medidas: i) diversificación desde el sector minero hacia otros sectores de la economía y del sector público al privado, ii) diversificación de sus productos y iii) diversificación de su actividad. Además, para lograr estos objetivos, algunas empresas relacionadas se capitalizaron e introdujeron cambios tecnológicos y otras se encuentran en el mismo empeño.

Entre las empresas que diversificaron su mercado desde el sector minero hacia otros sectores de la economía y del sector público al privado, se pueden mencionar: la Planta Industrial Oruro, PIO, y la fábrica de calzados Zamora. Después de la crisis minera, PIO diversificó su mercado, de las empresas mineras estatales a empresas privadas mineras y empresas de otros sectores de la economía, tales como la fábrica de cemento Emisa, la Compañía Boliviana del Cemento, Coboce y Aceite FINO. Por su parte, después de la crisis minera, Zamora diversificó su mercado, de empresas mineras estatales a empresas de otros sectores de la economía, tales como la fábrica de vidrios Vidriolux y la fábrica de cemento Emisa.

Entre las empresas que diversificaron sus productos y además se capitalizaron, como estrategia para enfrentar la crisis minera, se destaca la Fábrica Nacional de Explosivos, Fanexa. Esta empresa, en respuesta a la transformación de las empresas centrales de la aglomeración, implementó una política agresiva de diversificación de sus productos, instalando dos nuevas plantas. En 1999 Fanexa fue capitalizada por la Unión Española de Explosivos S.A. Con la nueva administración, esta empresa espera innovar tecnológicamente, acceder al mercado internacional e incorporar en la empresa los sistemas de información, seguridad, calidad industrial y auditoría que le garanticen la certificación de calidad internacional ISO 9001 y el procesamiento de los explosivos con “cero” siniestro. Su eventual acceso a mercados internacionales le permitiría superar la contracción del mercado local debido a la crisis minera.

Finalmente, la empresa Schmidt Ltda. (ex Ferretería John Schmidt), ante las dificultades para reactivarse, optó por diversificar sus productos a una gran variedad de servicios orientados a múltiples

sectores, tales como desaduanización de maquinaria minera, trámites en general y alquiler de vehículos. Como parte de su política de diversificación ha cambiado su nombre, siendo su nueva razón social Schmidt Ltda.

Las cooperativas mineras, siendo empresas centrales con limitada capacidad económica e intensivas en trabajo, emplean insumos y servicios de bajo costo, tales como herramientas y análisis químicos de bajo costo. Por esto, la multiplicación de las cooperativas indujo el establecimiento de talleres, fundiciones y laboratorios de análisis químicos menores.

Los talleres y fundiciones menores producen herramientas simples o poco complejas y de bajo costo, tales como carretillas, palas, picotas, barrenos, combos y maquinaria y equipo de concentración de minerales rústicos. Algunos de estos talleres cuentan con fundiciones y tornos. En la ciudad de Oruro operan alrededor de 30 talleres fundamentalmente orientados a satisfacer la demanda minera.

Las cooperativas mineras requieren también los servicios de los laboratorios de análisis químico, prefiriendo, sin embargo, los servicios de los laboratorios menores debido a sus precios mucho más bajos que los laboratorios grandes. Algunas veces los resultados de estos laboratorios menores no son aceptados por los compradores de minerales, en tales casos recién recurren a los servicios de los laboratorios grandes. Según estos últimos, los laboratorios menores operan en la economía informal, lo que explicaría sus bajos costos. En la ciudad de Oruro operan alrededor de 5 laboratorios menores de análisis químico.

La multiplicación de cooperativas mineras asimismo incentivó el establecimiento de empresas comercializadoras de minerales. Las cooperativas mineras, al no tener capacidad económica ni técnica para exportar, venden sus minerales a las comercializadoras, empresas que se encargan de exportarlos en forma directa, o después de concentrarlos con el objetivo de mejorar la ley del concentrado hasta alcanzar los niveles requeridos para su venta en mercados internacionales. En la ciudad de Oruro operan alrededor de 25 comercializadoras de minerales, entre grandes y menores.

4. IMPORTANCIA DE LAS EMPRESAS CENTRALES EN LA AGLOMERACIÓN Y EN LA ECONOMÍA REGIONAL

La crisis de las empresas centrales se difundió a otros sectores de la economía departamental y, como puede verse en el gráfico XI-3, también a la propia economía departamental. En el período 1980-1986 el PIB del sector minero disminuyó en 60% y el PIB de Oruro en 43%. Casi simétricamente, como puede apreciarse en los gráficos XI-2 y XI-3, también la recuperación del sector minero arrastra a la recuperación de la economía departamental. Así, en el período 1989-1997 el PIB del sector minero de Oruro creció en 122% y el PIB de Oruro en 58%.

Del papel desempeñado por el sector minero en las fases recesivas y de recuperación de la profunda depresión en la economía de Oruro, se puede preliminarmente caracterizar el papel de las empresas centrales de la aglomeración en el dinamismo económico regional.

Las empresas centrales de la aglomeración se caracterizan y diferencian del resto de los sectores de la economía orureña por producir bienes transables¹³. Además, los bienes minero metalúrgicos son bienes transables tradicionales, es decir, bienes transables conocidos en el mundo entero y desde hace varios siglos atrás.

El crecimiento del conjunto de empresas productoras de bienes no transables depende del crecimiento del consumo interno de estos bienes. Asimismo, el crecimiento de algunas empresas productoras de bienes no transables puede materializarse desplazando del mercado a otras empresas o sectores productores de estos bienes (efecto *crowding out*).

El crecimiento del conjunto de empresas productoras de bienes no transables relacionados con el sector minero metalúrgico, depende más del crecimiento del sector minero metalúrgico que del crecimiento del consumo interno de bienes no transables. Esto obedece a que su vinculación en la

cadena de valor agregado de las empresas centrales de la aglomeración minera, les permite exportar indirectamente su producción agregando valor a los minerales y metales transados.

De aquí que las empresas centrales de la aglomeración sean un factor clave en el dinamismo de la economía regional, pues, exógenamente, pueden arrastrar a la economía a la expansión o contracción. Desde una óptica regional, la demanda de minerales y metales del resto del mundo en Oruro es infinitamente elástica al precio de mercado vigente. Esto implica que la economía regional de Oruro podría expandirse ilimitadamente en tanto las empresas centrales de la aglomeración pudieran expandir su producción y exportarla. El mecanismo de transmisión desde las empresas centrales al resto de la economía regional se verifica mediante la compra de insumos de las empresas relacionadas y de factores productivos.

5. FORMACIÓN DEL CAPITAL HUMANO

Las empresas centrales grandes y algunas empresas relacionadas con éstas en la aglomeración, cuentan con programas de capacitación de sus recursos humanos. Desgraciadamente, las cooperativas mineras no invierten en capital humano.

El recurso humano de las empresas mineras grandes está compuesto por obreros y técnicos. Los programas de capacitación de técnicos comprenden cursos de capacitación en el interior de las empresas a cargo de consultores y especialistas y asistencia a seminarios nacionales e internacionales.

En la empresa minera Inti Raymi, el principal programa de capacitación de técnicos se ejecutó entre los años 1991 y 1993, paralelo a la construcción del proyecto de

¹³. El valor de las exportaciones de minerales y metales, que incluyen los bienes manufacturados sobre la base de minerales y metales, tales como barras y alambres de estaño, barras y alambres de estaño aleado para soldadura y manufacturas de antimonio y trióxido de antimonio, del período 1981-1989 alcanzó al 99,9% y del período 1990-1998 al 99,7% del valor de las exportaciones del departamento de Oruro.

sulfuros de Kori Kollo, con el concurso de consultores canadienses. En la empresa minera Comsur, el principal programa de capacitación de técnicos se realizó entre los años 1991 y 1994, con el concurso de Wright –Engineers de Vancouver– Canadá, paralelo a la implementación de las modernas plantas de concentración de los minerales complejos de plata - zinc - plomo en Porco en 1991 y 1992, en Quioma en 1992 y 1993 y en Bolívar entre los años de 1993 y 1994.

Los programas de capacitación de obreros en las empresas mineras grandes comprenden cursos de capacitación periódicos en el interior de la empresa, con el concurso de técnicos de ésta, de consultores o de instituciones especializadas en capacitación industrial.

En la empresa minera Inti Raymi, los principales programas de capacitación se ejecutaron con el concurso del Instituto de Formación y Calificación Laboral, Infocal¹⁴, y el Instituto de Aprendizaje Industrial, IAI. En ese entonces se implementaron programas de nivelación, profesionalización y especialización. El primer programa tuvo por objetivo nivelar al personal hasta el bachillerato y sentar las bases para la capacitación técnica, que son los objetivos de los dos programas restantes.

Algunas empresas que prestan servicios a las empresas mineras grandes, motivadas por la necesidad de introducir cambios tecnológicos y organizacionales, también cuentan con políticas de capacitación del personal. Entre estas empresas se pueden citar a Spectro-lab, la Transportadora de Electricidad, TDE, la Empresa Ferroviaria Andina, Bondar Clegg y Fanexa.

a) Cambio tecnológico y nivel salarial

En las empresas mineras que se capitalizaron e introdujeron cambios tecnológicos, el salario promedio aumentó. Al contrario de lo que sucedió en las restantes empresas mineras.

En Inti Raymi, como puede verse en el cuadro XI-4, el salario promedio mensual entre 1990 y 1999 subió de 368 a 1.018 dólares americanos. Dicho incremento se sustentó en las significativas ganancias en productividad resultantes del proyecto de explotación de la reserva de sulfuros. En 1999 el salario promedio mensual de Inti Raymi es 4.4 veces mayor que el de Huanuni.

Es interesante notar que existe una relación directa y estrecha entre la introducción del cambio tecnológico, la capacitación del recurso humano y la elevación de los salarios. De esta manera, se infiere que las empresas mineras grandes y dinámicas fundamentan su competitividad en la tecnología antes que en mantener bajos los salarios.

14. La Fundación Infocal, es una institución sin fines de lucro, cuya finalidad es la formación de recursos humanos para la industria. Esta institución es administrada por representantes de las federaciones departamentales de empresarios privados de Bolivia y las centrales obreras departamentales.

Cuadro XI-4
INTI RAYMI Y HUANUNI: APOORTE AL VALOR DE PRODUCCIÓN DE MINERALES
A NIVEL NACIONAL Y SALARIO PROMEDIO MENSUAL

	1990 Inti Raymi	1999 Inti Raymi	1999 Huanuni
Aporte al valor de producción de minerales a nivel nacional (%)	4.8	21.0	3.8
Salario promedio mensual (US\$)	368	1,018	230

Fuente: Inti Raymi y Huanuni.

b) Papel del Estado

El principal aporte del Estado a la formación del capital humano para las empresas centrales de la aglomeración, ha sido el sostenimiento de la Universidad Técnica de Oruro, UTO, en especial de las carreras de ingeniería de minas, ingeniería metalúrgica e ingeniería geológica. Estas carreras forman recursos humanos altamente especializados en minería, metalurgia y geología.

Desde la crisis minera, estas carreras vienen sufriendo una disminución crónica en la cantidad de estudiantes matriculados, lo que a su vez conduce a la disminución, también crónica, de sus asignaciones presupuestarias. La aplicación rigurosa de este criterio en un contexto de crisis minera podría conducir al cierre de las carreras formadoras de recursos humanos calificados para el sector más dinámico de la economía de Oruro. Esta política de asignación, claramente no conduce a un óptimo social porque el sector minero es el productor de bienes transables por excelencia de la región y potencialmente sería el principal dinamizador de la economía de Oruro. Una reasignación de recursos de la UTO a favor de estas carreras directamente relacionadas con las empresas centrales de la aglomeración minera, favorecería el crecimiento económico de Oruro en el mediano y largo plazo.

6. DIFICULTADES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS

a) Dificultades

Las principales dificultades para el desarrollo de la aglomeración minera en Oruro son: i) la falta de infraestructura vial y eléctrica y ii) las limitaciones de los mercados locales.

La falta de infraestructura vial y eléctrica constituye una dificultad para el desarrollo de la aglomeración, porque en la implementación de proyectos mineros las empresas mineras aumentan sus

costos para financiar el establecimiento de este tipo de infraestructura. Esto ocurrió, por ejemplo, en la implementación del proyecto minero Kori Kollo de Inti Raymi.

La empresa minera Inti Raymi además de invertir en infraestructura industrial, tuvo que invertir en la construcción de la carretera Oruro-La Joya, de 43 kilómetros, y en la mejora de la carretera que conecta la operación minera con Tambo Quemado (frontera con Chile), de 230 kilómetros. También tuvo que invertir en el establecimiento del tendido de línea de alta tensión entre Oruro y la operación minera, de 55 kilómetros, con una inversión aproximada de 5 millones de dólares americanos.

Para superar, o al menos contrarrestar, las dificultades derivadas de la falta de infraestructura vial y eléctrica, el gobierno recientemente ha implementado un incentivo fiscal para las inversiones en minería¹⁵. Esta medida gubernamental les permite a las empresas mineras descontar del pago del Impuesto al Valor Agregado sobre la importación de maquinaria, equipo y otros bienes, la inversión en obras de infraestructura vial, ferroviaria, energética y otras que sean declaradas de utilidad pública. De esta manera, las dificultades inherentes a la falta de infraestructura vial y eléctrica para las empresas centrales grandes tienden a disminuir, mejorando la competitividad de las empresas. Además, el establecimiento de infraestructura vial y eléctrica generaría economías externas para otras empresas de la aglomeración y de la región.

El tamaño limitado del mercado de la aglomeración y de la región es una dificultad porque los servicios sofisticados y de alta calidad que requieren las empresas mineras grandes no pueden ser cubiertos localmente, porque el tamaño del mercado no justifica las inversiones requeridas. Por ejemplo, los laboratorios de análisis químico, metalúrgico y geológico Spectro-lab¹⁶ y Bondar-Clegg, son empresas con capacidad para atraer capitales y tecnología de última generación e implementar laboratorios modernos, produciendo servicios acordes con estrictos estándares internacionales. Sin embargo, la incorporación de este tipo de tecnología requiere de inversiones que alcanzan montos elevados, los que a su vez elevaría los costos fijos, que sólo pueden ser cubiertos con la generación de economías de escala que el mercado local es incapaz de generar.

b) Oportunidades y amenazas

Como se vio, el crecimiento de la aglomeración y de la economía de Oruro depende mucho del crecimiento de las empresas centrales, esencialmente las grandes y diná-

¹⁵. D. S. 25493 de 20 agosto de 1999.

¹⁶. Spectro-lab es una empresa descentralizada de la Universidad Técnica de Oruro (UTO), cuyo presidente del directorio es el rector, y cuyo origen se encuentran en los laboratorios de análisis químico de la carrera de ingeniería metalúrgica. Gracias a la cooperación financiera de GTZ, institución dependiente del gobierno alemán, y el esfuerzo de la UTO, Spectro-lab cuenta con instrumental y equipo de última generación. Además tiene un contrato de *joint venture* con el laboratorio canadiense de Actlabs Inc. (acreditado por ISO 25) y es representante oficial en Bolivia del laboratorio alemán ORGA LAB (acreditado por ISO 14001 e ISO 25), en virtud de los cuales tiene acceso a tecnología de punta.

micas. La principal fortaleza de las empresas centrales es la transabilidad de sus productos y la principal debilidad del resto de las empresas de la economía de Oruro es la escasa o ninguna transabilidad de sus bienes, lo que, a su vez, conduce a las limitaciones del mercado.

El establecimiento de empresas mineras grandes tiene la virtud de generar efectos importantes para el desarrollo de la aglomeración y el crecimiento de la economía regional tales como: i) introducción de cambios tecnológicos y acumulación de capital humano, ii) expansión de servicios y iii) establecimiento de infraestructura vial y eléctrica de gran envergadura.

El impacto en la aglomeración y en la economía regional para alcanzar un punto crítico de expansión depende del establecimiento de un número importante de empresas mineras grandes en proyectos de gran envergadura. Sin embargo, esta situación no se ha presentado todavía en la década y media desde que la aglomeración iniciara su transformación forzada por la crisis. Así, la principal amenaza al desarrollo de una aglomeración robusta que modifique su bipolaridad actual y revierta los

determinantes que condicionan la formación de cooperativas mineras es la base de recursos mineros, principalmente, y luego los bajos precios de los minerales y metales en los mercados internacionales. No obstante los importantes esfuerzos de exploración realizados durante los noventa en la región, no han podido encontrarse yacimientos mineros de la calidad y volumen al Kori Kollo, Bolívar y Huanuni. A ello se une que los bajos precios imperantes en las bolsas internacionales de metales han restringido severamente la disponibilidad de fondos para explorar y desarrollar nuevos yacimientos allí.

En consecuencia, las perspectivas para el establecimiento de un mayor número de empresas y proyectos grandes en la aglomeración minera en Oruro son inciertas.

7. CONCLUSIONES

El estudio sobre la aglomeración minera se realizó en una región de Bolivia de larga tradición minera, poco propicia para la actividad agropecuaria y en un momento de crisis del sector minero, el sector más dinámico e importante de esa economía.

Las principales conclusiones del estudio son:

a) Crisis y polarización de la aglomeración minera

En un contexto de crisis, la aglomeración minera tiende a polarizarse. Por una parte, en condiciones macroeconómicas favorables para la realización de inversiones, las empresas centrales con capacidad para asociarse con empresas multinacionales atraen capitales e introducen cambios tecnológicos. Estas acciones les permiten superar las limitaciones de los bajos precios y el empobrecimiento de los yacimientos en explotación. Las empresas mineras que no logran asociarse con empresas transnacionales y tampoco introducir cambios tecnológicos, sucumben frente al bajo precio de los minerales y el empobrecimiento de los yacimientos, por lo que paralizan sus operaciones y salen del mercado, creando desempleo. Por otra parte, debido a la expansión del desempleo en la economía y la incapacidad de las empresas mineras grandes para absorber esta mano de obra ociosa, se forman cooperativas mineras cuya viabilidad económica es transitoria y se basa en el uso intensivo de la mano de obra.

La polarización de las empresas centrales se transmite a las empresas relacionadas, creándose un grupo de empresas relativamente fuerte y competitivo que apoya a las empresas centrales dinámicas y grandes, y otro sector que compite mediante precios bajos y atiende a las necesidades de las empresas centrales cooperativizadas.

La fortaleza de la aglomeración está en función directa al número de empresas centrales grandes y dinámicas que se formen, debido a que la producción de bienes transables permite romper las limitaciones de la pequeñez del mercado local. Así, una aglomeración robusta expandirá sus empresas centrales dinámicas, permitiendo que la mano de obra de las empresas centrales cooperativizadas se absorba progresivamente en las primeras y en las empresas relacionadas. Éste, sin embargo, no ha sido el caso de la aglomeración minera en Oruro por las pocas empresas centrales dinámicas que se desarrollaron en el mismo.

b) Vínculos y mecanismos de transmisión

Las empresas centrales grandes y dinámicas de la aglomeración suelen generar impactos positivos sobre las empresas relacionadas a través de la introducción de cambios tecnológicos, la inversión en capital humano, la expansión de la demanda por servicios de energía eléctrica y otros servicios, y la construcción de infraestructura vial y eléctrica.

El cambio tecnológico y la acumulación del capital humano tienen la virtud de difundirse a otras empresas de la economía. La competencia por el mercado compuesto por las empresas mineras grandes, el más importante del mercado local, incentiva la introducción de cambios tecnológicos e inversión en capital humano de las empresas relacionadas.

El establecimiento de proyectos mineros de gran envergadura permite la expansión significativa de la demanda de servicios a empresas de electricidad y otros servicios como análisis de laboratorio, permitiendo mediante la generación de economías de escala disminuciones en sus costos de producción. La disminución de los costos de producción traducidos en reducciones en las tarifas por servicios, favorece a otras empresas de la economía e incentiva una mayor expansión de las mismas, constituyendo una expansión de segunda ronda.

El establecimiento de infraestructura vial disminuye los costos de transporte de las exportaciones no tradicionales. Así, las empresas mineras propiciarían la expansión de las exportaciones no tradicionales.

c) Importancia de las empresas centrales de la aglomeración en la economía regional

En una economía con escasez de bienes transables y mercados locales limitados, las empresas centrales de la aglomeración minera se constituyen en el sector más dinámico e importante por su condición de productor de bienes transables.

La expansión de una economía de estas características depende mucho de la expansión del sector minero, ya que la expansión de empresas productoras de bienes no transables depende de la expansión del consumo interno de estos bienes. Sin embargo, la expansión de empresas productoras de bienes no transables relacionados con las empresas centrales de la aglomeración puede independizarse, al menos relativamente, de la expansión del consumo interno de un mercado limitado. Esto se debe a que su relación con el sector minero y metalúrgico les permite indirectamente exportar sus bienes en el valor agregado de los minerales y metales.

De esta manera, una expansión o una contracción de las empresas centrales de la aglomeración permite ensanchar o constreñir, de manera indirecta, el mercado de los bienes no transables en la aglomeración y en la economía regional.

Capítulo XII

CONFLICTO Y COLABORACIÓN EN LA MINERÍA DE ORO EN SEGOVIA Y REMEDIOS

Jorge Eduardo Cock y Wilfredo López

El distrito minero Segovia y Remedios en el departamento de Antioquia, Colombia, presenta un caso interesante de estudio para analizar la dinámica de interacción entre una empresa grande, la Frontino Gold Mines (FGM) y numerosas explotaciones informales de pequeña escala. Las explotaciones informales surgieron a raíz del trabajo pionero de la empresa grande y cuando ésta era de propiedad extranjera las relaciones eran más bien antagónicas. Hace unos quince años FGM adoptó una estructura de gerencia con participación de los trabajadores. La convivencia con la pequeña minería surgió como tema importante debido a que FGM es la principal fuente de actividad en la región. Las pequeñas empresas mineras se encuentran en una situación de sobrevivencia con pocas perspectivas de

acumulación. La situación cobija pobreza y degradación ambiental. La colaboración con FGM podría dar beneficios que se extenderían a fortalecer el desarrollo económico y social de toda la zona. La colaboración, que tendría evidentes beneficios mutuos, no termina por afianzarse. El agrupamiento empresarial alrededor de la minería de oro en este caso no genera la dinámica virtuosa propia de un *cluster*. El presente artículo propone indagar en las razones de tal estancamiento y sugerirá caminos de solución.

Este capítulo inicia con una breve explicación de la historia del oro en Colombia y en particular en el distrito Remedios-Segovia. Se describen los dos actores principales, la FGM y el grupo de explotaciones de escala reducida. Además se describen las actividades económicas relacionadas con la minería de oro en Remedios y Segovia. A continuación se presenta un recuento de las iniciativas de colaboración desde la perspectiva de la FGM. En la parte final, se analizan las potencialidades y se proponen acciones concretas y recomendaciones de política.

1. EL ORO EN COLOMBIA

Desde tiempos que antecedieron la conquista española, los indígenas del territorio colombiano explotaron el oro utilizándolo para la elaboración de ornamentos, alhajas y artefactos de uso doméstico y el trueque o intercambio por mercancías de distinta clase. Con la llegada de los españoles, los indígenas fueron despojados del oro y posteriormente fueron utilizados para la prospección y explotación de filones y aluviones auríferos en distintas zonas del país.

El comercio del oro fue un factor determinante para la fundación de ciudades como Cali, Popayán, Anserma, Cartago, Santafé de Antioquia, Pamplona, Zaragoza, Remedios, entre muchas otras, durante el siglo XVI. Más adelante, en el siglo XVII, los españoles desarrollaron actividades de explotación en prácticamente todos¹ los yacimientos que se conocen hoy día en Colombia. En ese mismo siglo entraron en producción los aluviones del Chocó y del Darién, que al igual que otros yacimientos, contaron con mano de obra esclava proveniente del África. De esta manera la participación de Colombia en la producción mundial del oro llegó a ser de casi el 40%².

La actividad aurífera llegó a tener tal importancia que las finanzas del virreinato dependieron de las minas de oro. Antioquia, Cauca y Panamá se destacaron en ese entonces como los grandes productores. En el siglo XVIII, la producción nacional alcanzó al 25% de la producción mundial. La mano de obra indígena se debilitó ostensiblemente como consecuencia de muertes masivas debido a las pestes traídas del viejo continente y al trabajo extenuante impuesto por los españoles. Paulatinamente, los indígenas fueron sustituidos por esclavos africanos que mantuvieron y expandieron geográficamente la actividad, de manera especial en las regiones de Antioquia y el Chocó biogeográfico.

La minería de oro favoreció el apoyo brindado por los británicos durante las campañas de independencia de la Corona española y, así mismo, el posterior recaudo de las deudas contraídas para su financiación. Según un estudio del Instituto de Estudios Colombianos (IEC), las minas del Cauca producían en el siglo XIX más de la mitad de lo que se explotaba en el Nuevo Reino de Granada. En 1871 la actividad aurífera en Antioquia empleaba a casi el 4,1%³ de la población del departamento. No obstante, a pesar de que el sector minero aportó de manera significativa a la economía del virreinato y posteriormente a la de la República, se ha caracterizado por un estado de prolongado estancamiento y atraso tecnológico con implicaciones de baja productividad con respecto al potencial real y de complejos conflictos sociales y ambientales.

Durante el siglo XX, gran parte de la producción se continuó explotando por medio de métodos tradicionales rudimentarios. Sin embargo, grandes compañías extranjeras (algunas resultantes de la fusión de otras) se establecieron en distintas áreas del territorio nacional con tecnología mecanizada.

Según IEC, en 1911 existían en el país unas 35 compañías dedicadas a la explotación de oro y plata con capital británico.

1. Excluyendo los de Guainía y Vaupés, que fueron descubiertos más recientemente.

2. Wokitell.

3. Adaptado de Restrepo, Vicente, *et al.*

Hasta 1974, cuando en su mayoría ya habían abandonado la actividad y las últimas fueron adquiridas por capitales nacionales, las grandes compañías extranjeras utilizaron tecnologías especializadas para la explotación de yacimientos de veta y de aluvión.

Entre éstas cabe destacar a la Frontino Gold Mines, que ingresó a Colombia en 1852 para explotar yacimientos en Antioquia, la Anglo Colombian Development en el Chocó, la South American Gold and Platinum Company (fusión de la Anglo Colombian y la Pacific Metals Corporation), la Chocó Pacífico y la Compañía Mineros de Nariño S.A. El capital norteamericano también se hizo presente, destacándose la actividad de la Pato Consolidated Gold Dredging desde 1913, con la introducción de las primeras dragas eléctricas y su intensificación de trabajo a partir de 1934.

Los yacimientos de veta (o filón) fueron explotados a gran escala por estas compañías extranjeras hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando la actividad fue abandonada a causa de la recesión económica mundial y de la caída en el precio del oro. A partir de entonces, la única compañía extranjera que se mantuvo en operaciones fue la Frontino Gold Mines (FGM). Ésta y la Pato Consolidated Gold Dredging, que fue adquirida por capital nacional (y que hoy constituye la empresa Mineros de Antioquia S.A.), son las únicas dos que actualmente desarrollan minería de oro a gran escala en el país.

Además de las grandes explotaciones, se han mantenido y desarrollado en Colombia explotaciones de menor tamaño, pero cuya actividad, sumada, representa actualmente la mayoría de la producción nacional. Estas explotaciones incluyen a las minerías mediana, pequeña y de subsistencia, las cuales en gran parte realizan la actividad de manera no registrada. Las dos primeras se caracterizan por la combinación del trabajo manual y el mecanizado (incluyendo dragas, retroexcavadoras, bombas de agua de alta presión, etc.), por el uso del trabajo asalariado y familiar y con frecuencia por la migración. La minería de subsistencia, por su parte (barequeros y machuqueros), se caracteriza por el nomadismo constante de sus mineros, por su estado de ilegalidad y pobreza, por su dependencia de comerciantes intermediarios y el establecimiento de relaciones laborales informales con éstos a partir de endeudamiento y por la utilización de herramientas y técnicas rudimentarias heredadas desde los tiempos de la Colonia.

2. LA AGLOMERACIÓN PRODUCTIVA EN TORNO A LA MINERÍA EN SEGOVIA Y REMEDIOS

Al igual que en el resto del país, la actividad minera en la región de Segovia y Remedios, distantes poco más de 200 kilómetros de Medellín, se remonta al período precolombino y continuó durante la Conquista y la Colonia españolas. La minería de oro ha influido enormemente en el desarrollo de la zona, tanto que el pueblo de

Segovia se fundó gracias a esta actividad. Originalmente existía sólo el municipio de Remedios (fundado en 1560) donde se estableció la FGM con un campamento de 200 viviendas y edificaciones anexas. Con la actividad de la mina se fue desarrollando un caserío que posteriormente se constituyó en el municipio de Segovia (fundado en 1886), el cual es actualmente más grande e importante que el mismo Remedios.

La minería es la principal actividad económica de la zona, de la cual dependen de 18 a 20 mil habitantes de la región. La FGM Ltd. emplea cerca de 1.200 personas entre personal obrero, provisionales, empleados y directivos. Gran cantidad de personas trabajan ilegalmente los títulos

otorgados a la compañía, tanto en trabajos abandonados por la empresa como en afloramientos de las vetas en superficie. En algunos casos, los antiguos túneles de trabajos abandonados se usan como vías de acceso a las explotaciones actuales, con el objetivo de extraer mineral de ellas ilegalmente por parte de los denominados “machuqueros”.

La minería de oro se ha convertido en la actividad comercial más importante de la región, muy por encima de actividades como la ganadería, la agricultura y el comercio.

a. La Frontino Gold Mines Ltd.

Hoy día FGM, ubicada en estos dos municipios, es una de dos compañías que aún desarrollan minería de oro a gran escala en el país. La empresa comenzó en 1852 con el nombre de “Nueva Granada”, el mismo nombre del país en esa época. Desde entonces la compañía ha tenido varios nombres, incluidos “Frontino and Bolivia Limited”, “Antioquia Company Ltd.”, “The Frontino and Bolivia (South America) Gold Mining Company Ltd.”, entre otros. En 1931 “The Marmajito Mines Ltd.” y The Frontino and Bolivia (South America) Gold Mining Company se fusionaron bajo el nombre de Frontino Gold Mines Ltd., nombre que se mantiene hasta la fecha.

La compañía pasó a ser propiedad de capitales norteamericanos desde 1910 hasta 1976, cuando se retiraron del país dejando la empresa en condiciones muy precarias y lamentables. Todo esto debido al deliberado propósito de quebrar la empresa y producir su cierre definitivo ante el agotamiento de reservas, según ellos, y el evidente bajo precio internacional del oro. Así fue solicitado en su oportunidad por el propietario extranjero ante las autoridades competentes.

Fue entonces cuando los acreedores, básicamente trabajadores y jubilados, entraron en concordato aceptando a un representante legal elegido por el antiguo propietario como administrador de la empresa. La fórmula concordataria entró en vigencia en 1977. Desde entonces la toma de decisiones está en manos de ejecutivos nacionales. Con la decidida y decisiva colaboración de trabajadores y jubilados, la empresa se puso de nuevo en marcha y en 1985 se recogieron los primeros frutos con la producción de su mina Providencia.

Gracias a los espectaculares pero fugaces precios del oro a principios de los ochenta, la empresa logró renovar y modernizar equipos que permitieron llevar a cabo proyectos de exploración y desarrollo como El Silencio y Providencia. La historia ha demostrado que el actual régimen organizacional de la Frontino Gold Mines funciona. Hoy día la empresa tiene más de 1.200 empleados y 900 jubilados. Cuenta con una escuela, un hospital y una finca ganadera cuya producción es toda para la alimentación del personal. La Frontino Gold Mines es digna de elogios y reconocimientos por su buen rendimiento, pero también encara grandes retos si se tiene en cuenta que gran parte de la población de esta zona depende de ella directa o indirectamente.

b. Las pequeñas explotaciones mineras

Con toda la población que se fue familiarizando con la minería de la empresa y la que afluyó de otras partes, se fueron desarrollando más y más empresas pequeñas y medianas que a su vez alimentaron el crecimiento de la industria y la población. Se estima que en la actualidad, entre el 70 y el 80% de la producción de oro en Antioquia, proviene de Remedios y Segovia.

Remedios tiene 18.600 habitantes. Según la Secretaría de Asuntos Minero-ambientales del municipio de Remedios, el 60 o 70% de la población depende de la minería. En el municipio hay 145 minas registradas pero sólo el 48% están activas, por problemas de capital para inversión. De estas 145 minas, 99 tienen licencia y otras 15 o 20 las están tramitando. Las demás minas están superpuestas con áreas cuya titularidad pertenece a la FGM.

Segovia tiene 50.000 habitantes. Según la Unidad Minero-ambiental del municipio de Segovia (Umina), en el municipio hay 52 minas inscritas. De éstas, el 10% tiene título; el resto están superpuestas con la FGM. Aparte de las 52 minas registradas hay alrededor de 50 no registradas. La

pequeña minería en este municipio es de suma importancia. En ella se generan alrededor de 5.000 empleos directos, según Umina. De acuerdo con esta misma entidad, 90% de la población segoviana depende de la actividad minera directa o indirectamente.

Aspecto importante para tener en cuenta es el nivel de escolaridad de los pequeños y medianos mineros, de los cuales cerca del 70% son personas que a lo sumo han cursado la básica primaria, según información suministrada por la Secretaría de Asuntos Minero-ambientales del municipio de Remedios. Hecho con el cual está directamente relacionado el estado tecnológico de los procesos productivos y sus efectos ambientales.

En la pequeña minería, es frecuente la explotación ilegal y por ende las invasiones en áreas objeto de títulos legales, de licencias, concesiones o propiedades mineras de mediana y gran minería.

El pequeño minero no quiere o no puede adquirir la calidad de explotador legal y con frecuencia trabaja sin cumplir con sus obligaciones tributarias, mineras y ambientales. De igual manera, los compradores de oro venden el mineral a nombre de otros municipios con el objeto de negociar parte de las regalías que le corresponderían al municipio donde se realiza la extracción. Esta es una forma de evadir impuestos y obtener ingresos adicionales ilegales en la comercialización de oro, es decir fomentar la corrupción.

Las invasiones a predios sobre títulos mineros o licencias legalmente reconocidas, no se dan en la práctica por falta de yacimientos minerales, sino por facilidad y comodidad en cuanto al uso de la infraestructura física existente y el aprovechamiento de las exploraciones hechas por la empresa grande y que los pequeños no están en capacidad de costear. En la zona del nordeste antioqueño hay suficientes minas y áreas libres ya descubiertas, algunas de las cuales fueron entregadas por la FGM al Estado, el cual podría adelantar en ellas una política minera con carácter social y comunitario.

La estructura organizativa de las pequeñas explotaciones tiene más o menos la siguiente forma:

- a. *Socios*. Se generan unas “acciones” llamadas derechos y que varían de una mina a otra, pero que en general se compone del dueño del terreno (1 derecho), el dueño de las bombas de desagüe (1 derecho), el proveedor de madera para entibación (1 derecho), el proveedor de energía eléctrica a través de la red de fluido eléctrico existente en la zona o con plantas diesel (2 derechos), el proveedor de explosivos (1 derecho), el proveedor de alimentación (1 derecho) y aquellos que hayan iniciado o abierto la mina (3 a 5 personas con 1 derecho). Una persona puede ser proveedora de uno o varios de los insumos acabados de enumerar y por consiguiente puede ser poseedora de uno o la gran mayoría de los derechos, por lo que se considera, en este último caso, a dicha persona como la propietaria de la mina.
- b. *Corteros*. Son los obreros de la mina y están conformados por grupos de 4 a 5 personas por frente de explotación. La producción obtenida por cada grupo de corteros es de aproximadamente 20 bultos (1 tonelada), con una producción de 1 castellano (4.6 gramos) por coco de 70 kilos (pequeño molino de bolas de fabricación rudimentaria).

La explotación se hace con métodos que no han variado significativamente desde la época colonial⁴. En el desarrollo de la mayoría de las minas de subsistencia, se sigue la veta a medida que los ensayos (cateos) vayan mostrando valores interesantes para el pequeño minero, sin seguir el rumbo o dirección de la estructura, lo que

⁴. Poveda, 1981.

ocasiona que estas minas tengan poco desarrollo y se abandonen rápidamente haciendo que éste sea un tipo de minería muy volátil y a la vez se elimina toda posibilidad de obtener información para cuantificar yacimientos en campañas de exploración posteriores.

En el procedimiento mismo de explotación, se separan el estéril de la mina en dos etapas, llevando siempre la veta en el piso de la apertura. La primera etapa o desmonte, consiste en extraer únicamente

el material estéril de la apertura; en la segunda etapa extraen el contenido de la veta. Luego de este procedimiento, en la misma frente de explotación, se realiza una concentración manual del material asociado con sulfuros y cuarzos con contenido aurífero propiamente.

Con la introducción de la pólvora y los molinos mecánicos, cambió el sistema de arranque y beneficio. Si bien es cierto que se utilizan explosivos para el arranque de mineral, los métodos de perforación y transporte continúan siendo poco tecnificados o aún manuales. Para este último proceso, se utilizan recipientes plásticos que son halados con malacates de madera hasta superficie o en sacos que son cargados en la espalda hasta bocamina por los denominados “catangueros”. Allí el mineral es distribuido de acuerdo con el porcentaje de explotación que le corresponde a cada cortero. Es decir, si un grupo de corteros saca veinte bultos de mineral y trabajan al 40% de la producción, son entregados doce bultos para la sociedad y ocho quedan de propiedad de los corteros como salario.

El mineral que es sacado a superficie, previa su distribución entre socios y corteros, se lleva en mulas por cada cual a las plantas de beneficio o “entables” donde paga el proceso de trituración con el 5% de éste. La infraestructura requerida en el proceso siguiente, se facilita a los corteros a cambio de los lodos “de desecho”. En este procedimiento se recupera una amalgama oro-plata en donde la recuperación alcanza máximo el 40%.

c. Distribución de los ingresos

De la producción total de mineral auroargentífero, el 60% del valor de la venta es para los socios o “derechos” y 40% para los corteros, quienes al beneficiar el mineral, pagan un arriendo de trituración del 5% para el entable. La recuperación en esta etapa, alcanza tan sólo un 40% y los finos sobrantes, que contienen el 60% del oro restante, íntimamente asociado con los sulfuros, quedan de propiedad del dueño del entable en contraprestación por los servicios prestados por el alquiler de los equipos subsiguientes. Éstos los benefician en tinas de cianuración y mercurio, obteniendo una recuperación del 20% al 30% más. El material restante es botado en sitios no adecuados produciendo gran contaminación a las aguas, pues estos lodos contienen, además de las colas auríferas, gran concentración de cianuro y mercurio.

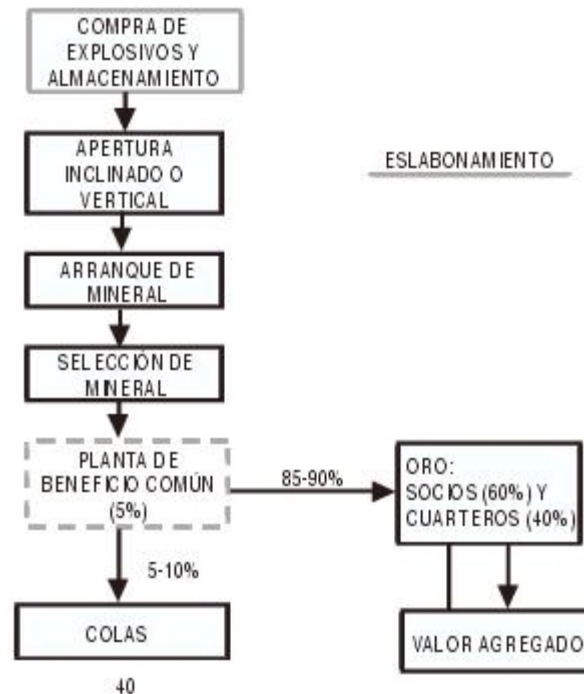
Se observa, pues, que los corteros o catangueros son personas que no tienen ninguna clase de seguridad social, ni prestaciones legales y, menos aún, un salario fijo.

Es probable que en ocasiones les vaya bien económicamente y en otras no consigan el sustento, ya que la actividad minera en pequeña escala se realiza fuera de todo marco jurídico o reglamentario, existiendo un alto riesgo de accidentes que pueden provocar muertes o discapacidades, como regularmente ocurre en pequeñas minas del distrito Segovia y Remedios.

El siguiente diagrama de flujo (Gráfico XII-1), muestra los pasos seguidos por una pequeña mina, desde su inicio, hasta cuando venden el producto recuperado.

Gráfico XII-1

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PEQUEÑA MINERÍA DESDE EL COMIENZO DE LAS LABORES HASTA LA VENTA DEL PRODUCTO FINAL



d. Actividades económicas relacionadas con la minería en Remedios y Segovia

La región de Remedios y Segovia depende casi en su totalidad de la minería de oro. Por un lado, gracias a esta actividad, existe la producción de algunos de los insumos necesarios para la explotación del mineral. De la misma manera existen talleres de reparación para la maquinaria, producción de bienes que se necesitan para el personal involucrado en la minería y fuentes de servicios que se prestan a los diferentes mineros. Es evidente que todas estas actividades están interrelacionadas: cada una depende de la otra y permite el continuar de su existencia.

Los eslabonamientos hacia adelante no son tan extensos como lo son en aglomeraciones de otros minerales que son utilizados en procesos y productos diversos. El oro es casi, y en algún caso, un producto final. Básicamente, lo que sigue después de la explotación del oro son las plantas de beneficio, los establecimientos de compra y venta de oro y, en un bajo porcentaje, la elaboración de joyería que apenas comienza a desarrollarse en la región.

En cuanto a los eslabonamientos hacia atrás, es útil distinguir los de la FGM de los de la pequeña minería. Con respecto a la primera, se tuvo la oportunidad de profundizar en el tema de los insumos comprados por la compañía en el año 1999. Aquí se pudo observar que muchos de los insumos son importados, otros son traídos de otras partes del país, y otros, los de mayor interés para este estudio, son producidos en la región.

Entre los insumos importados cabe destacar barrenos o taladros, cuerpos moledores o bolas de molino, cianuro de sodio, barras de acero para los molinos, baterías para las máquinas de transporte y otros usos, rieles de acero, tuberías de acero, materiales explosivos y detonadores no eléctricos para los mismos.

Insumos nacionales traídos de otras regiones son explosivos, cemento, cables de acero, mechas de seguridad, llantas, aceites lubricantes, cucharas y otros elementos para las plantas hidroeléctricas de la compañía, ruedas para coches, acetileno, oxígeno, rodillos de caucho, dotación para los trabajadores mineros, guantes, botas y otros elementos de protección para los mismos.

Los insumos producidos en la misma región no son tantos pero sin duda alguna juegan un papel importante en su desarrollo. La FGM compró proveniente de la misma región 314 millones de pesos en ACPM en el año 1999, 110 millones en gasolina corriente, 183 millones en madera, 25 millones en coches, 76 millones en artículos de ferretería, 18 millones en cal, y con valores mucho más bajos, también compró carbón vegetal de la zona. Se observa entonces que el movimiento de estas industrias depende y está interconectado con la minería de oro en la región.

Como se explicó, sobre la pequeña minería no es posible encontrar datos ni siquiera aproximados sin un censo completo, lo que se sale del alcance de este trabajo. No obstante, se logró hacer una enunciación de los insumos que se utilizan en este tipo de minería para la explotación del oro. Entre otras, los mineros requieren turbinas, bombas para evacuar agua, plantas eléctricas, bombillos, cables, y otros materiales eléctricos, mangueras, taladros, costales, martillos, compresores, elevadores, coches, rieles, varillas, soldadores, madera, mulas, volquetas, gasolina, ACPM, ventiladores y dinamita.

Los pequeños mineros, en muchos casos por ser ilegales, no tienen acceso a créditos y su generación de fondos no es muy alta. Por estas y otras razones no contratan ningún servicio topográfico, ni de ingeniería, ni ningún otro servicio técnico. Umina es la única institución que les presta servicios de asesoría técnica orientada a trabajar sin causar perjuicio y minimizando costos.

Un servicio importante de mencionar es el de transporte en mulas, que contratan los pequeños mineros para llevar su mineral a las plantas de beneficio llamadas “entables” y a los establecimientos de compra y venta de oro. En ello se genera un gran volumen de empleo. También se contratan volquetas para llevar madera a la zona.

Otro servicio importante que se ha venido desarrollando en la zona es el de los talleres eléctricos para reparación de motores. Más del 90% de las pequeñas minas están electrificadas. En este momento hay 5 o 6 talleres de reparación en sólo Segovia, de los cuales 2 o 3 tienen torno y soldadura.

La interconexión de las industrias y los servicios anteriormente mencionados es cada vez más evidente. Toda la región se ha ido desarrollando alrededor de la minería: la agricultura, el comercio, la educación, la salud, las comunicaciones, los servicios municipales y hasta las discotecas de la zona. Estas últimas, según cuentan, tienen sus mejores épocas cuando aparecen nuevos filones y se abren nuevas fuentes de trabajo, eventos llamados “apogeos” del oro.

Los eslabonamientos hacia adelante no son tantos como en aglomeraciones de otros minerales. Para el oro en esta zona éstos son, básicamente, los entables o plantas de beneficio, las compras de oro y la joyería. También, aunque se profundizará más adelante, cabe mencionar acá las fundiciones de oro para su exportación, y el transporte especializado del mineral.

Un entable minero o planta de beneficio es un conjunto de aparatos colocados de tal manera que un mineral o masa mineral va pasando por cada uno de ellos en un orden determinado, para obtener finalmente uno o varios productos útiles y un rechazo.

La FGM tiene su propia planta de beneficio, pero los pequeños mineros llevan su mineral a diferentes “entables” de la región para distribuir el oro recuperado, en la forma ya indicada.

La mayoría de los entables lleva a cabo las mismas operaciones para recuperar el material valioso. Primero se tritura el material y se hace pasar por el molino de bolas que lo lleva a tamaños en los que gran parte del oro aparece libre (reducción de tamaño). Luego se reúne la mayor cantidad de material valioso en masas reducidas, con el fin de facilitar aún más la recuperación del oro puro. En los entables mineros se realiza concentración gravimétrica con batea, siendo muy escaso encontrar hidrociclones o *jigs* (concentración).

En la amalgamación, los equipos más utilizados son canalones, placas de amalgamación, botellas de amalgamación y tambores amalgamadores o granuladores.

Este proceso empieza desde la molienda, adicionando mercurio para recuperar partículas de oro que son completamente liberadas. La separación de los metales preciosos a partir de la amalgama consiste

en limpieza de la amalgama, filtración, destilación, fusión y moldeo. Para la cianuración, el método empleado es el de percolación, quizás por su facilidad de construcción, operabilidad y economía. El ciclo de cianuración por percolación en los entables dura de 20 a 30 días y el material empleado son las colas de la amalgamación y la molienda. Estas colas son las que el dueño del entable beneficia para su ganancia. Por último, se realiza la fundición, operación pirometalúrgica que consiste en la fundición directa de los precipitados de metales preciosos provenientes de la lixiviación con cianuro.

En todo este proceso se encuentran puntos en los que las emisiones al ambiente son nocivas, por lo que se hace evidente un reto para mejorar estos esquemas de procesamiento con el fin de incrementar la productividad para los mineros y disminuir los efectos ambientalmente negativos, inclusive sin hacer grandes cambios en la estructura productiva, que impliquen altas inversiones.

Se debería hacer un uso más racional de productos como el mercurio y el cianuro, los cuales pueden ser reutilizados en buena parte del proceso. Una medida para recuperar el mercurio es empleando “retortas”, implementos de fácil y económica construcción que sirven para condensar el vapor de mercurio, lo que se traduce en disminución de gastos por compra de este insumo y en menos emisiones al ambiente de trabajo y al entorno en general. En cuanto al cianuro, pueden emplearse técnicas de recirculación de las corrientes que lo contienen para aprovecharlo mejor y posteriormente tareas de neutralización para disminuir los impactos en el ambiente.

Según un estudio de Corantioquia⁵, en Remedios hay cerca de 28 “entables” concentrados en el casco urbano del municipio y en algunos corregimientos vecinos. En Segovia el número de entables es mucho más alto: hay 75, también concentrados en el casco urbano. Cada entable requiere 4 o 5 empleados para realizar las funciones de “tapa cocos”, administrador, celador, machacador, químico, entre otros.

Muchas de las personas que participan en la actividad de beneficio, al igual que los que se involucran en la parte comercial, provienen de otros municipios. Aproximadamente 50% de éstos alguna vez se dedicó a la actividad de extracción.

La mayoría de los insumos necesarios para los entables se consigue en las ferreterías de la región. Fundamentalmente se utilizan mercurio, bolas para los cocos (molinos), cal, zinc y cianuro. En los entables se procesan, concentran y amalgaman aproximadamente 460 toneladas de mineral aurífero a la semana. En promedio, se utilizan 365 pipetas de mercurio anualmente entre todos los entables. Una pipeta cuesta 440.000 pesos colombianos. Entre todos los entables se utilizan aproximadamente 5.900 kg de cianuro. Para este proceso también se requieren elementos de

⁵. Cárdenas (1998).

protección como guantes y caretas. Por otro lado, el consumo de energía en los entables es grande. Las cuentas son hasta de 1.7 millones de pesos (7.000 kw/h aproximadamente) mensuales.

El segundo ítem de eslabonamientos hacia adelante es el de las compras de oro. Éstas se hacen en establecimientos muy pequeños donde se cuenta con un quemador de gas (cajón de madera en algunos casos) unido a un tubo de PVC que hace las veces de chimenea unido a otro cajón de enfriamiento, más un soplete, balanzas y otros elementos menores. En el cajón de enfriamiento algunas veces es colocado un extractor. En estas instalaciones se requiere uno o dos empleados y los gastos son básicamente: gas combustible (una pipeta semanal de \$ 16.000), energía con costos muy bajos y el servicio de automóvil para transportar el mineral al aeropuerto de Otú.

En términos generales, al mineral de oro que se compra no se le da valor agregado distinto al de quemarle el mercurio y la utilidad del establecimiento comercial. Se vende directamente a fundiciones y al Banco de la República.

Las fundiciones de oro, localizadas todas en Medellín precisamente por ser la capital del departamento con mayor producción de oro del país, son las entidades que, hoy por hoy, comercializan el oro internacionalmente y en forma paralela con el Banco de la República, que todavía exporta una pequeña proporción. En las fundiciones se hace una primera separación de oro,

plata y otros metales. Las fundiciones existen hace más de 120 años. Las más importantes son las casas Gutiérrez, Álvarez y Escobar.

Sin embargo, desde hace unos pocos años se ha venido desarrollando la fabricación de joyas en la región de Remedios y Segovia, la cual es el tercer renglón mencionado entre los eslabonamientos hacia adelante. En este momento hay un grupo de joyeros en intenso aprendizaje. Se inició con una acción del gobierno departamental de Antioquia para desarrollar esa actividad en la zona, generar más empleo y darle un valor agregado al mineral. Este proceso está apenas en un estado incipiente de desarrollo, con varias limitaciones, principalmente la comercialización de los productos. Hoy día hay movimiento de joyería pero casi todo a nivel local.

Existen actividades que no se pueden catalogar como eslabonamientos hacia atrás ni hacia adelante en estricto sentido, pero que se han ido formando conjuntamente y gracias a la industria minera de la zona. Entre ellos cabe destacar escuelas, hospitales, el aeropuerto de Otú y sus servicios de transporte público, las fundiciones de oro localizadas todas en la capital del departamento, la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, la Asociación Colombiana de Mineros –Asomineros–, la ganadería y agricultura de la zona, cuya producción se consume toda localmente y otras actividades de carácter comercial.

El aeropuerto de Otú es de muy buenas condiciones. Cuenta con VOR y otras radioayudas para navegación aérea que se utilizan nacional e internacionalmente. Es evidente que este aeropuerto y todos sus servicios se han desarrollado para facilitar la comercialización del mineral aurífero y el movimiento de personas involucradas en esta actividad. Paralela y directamente relacionado con este servicio está el de transporte aéreo que se presta tanto con vuelos expresos como con regulares a Medellín.

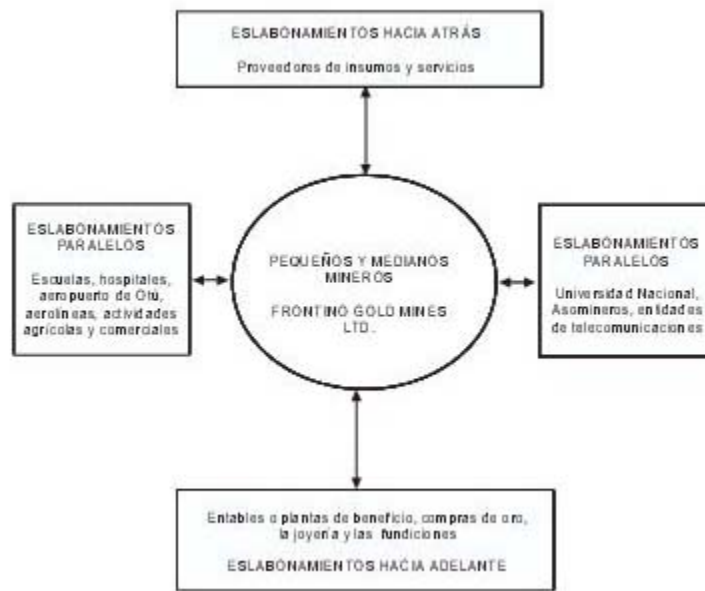
La Facultad de Minas de la Universidad Nacional, sede Medellín, conocida como la Escuela de Minas, funciona desde 1887, por la época del inicio de la minería a gran escala. Ésta, como “eslabonamiento paralelo”, tiene una interrelación con la minería de oro de efecto mutuo: la minería induce el desarrollo de nuevos ingenieros de minas y los ingenieros, con sus conocimientos, impulsan a su vez la minería.

Dentro de los eslabonamientos paralelos, es importante mencionar también la ganadería y la agricultura que se han desarrollado en la zona. A diferencia del resto de los campos colombianos, en la región de Remedios y Segovia prácticamente todos los productos ganaderos y agrícolas son consumidos en las mismas poblaciones.

Hay otras actividades comerciales que tienen lugar en el distrito minero Segovia y Remedios, no casualmente sino por la característica de “enriquecimiento” que acompaña a las zonas mineras, la misma que hace que el precio de productos como alimentos, vestuario y artículos de aseo sea más alto que el promedio en regiones no mineras.

Gráfico XII-2

ILUSTRACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS RELACIONES ENTRE LOS AGENTES DE LA AGLOMERACIÓN EN REMEDIOS - SEGOVIA



e. Importancia social y económica de la aglomeración

Si se considera que el 90% de la población depende directa o indirectamente de esta actividad, la importancia de la aglomeración se hace evidente y clara, y sugiere el establecimiento de acciones conjuntas de los agentes para diversos fines tales como resolver inconvenientes comunes, lograr beneficios mutuos, innovar e intercambiar conocimientos y tecnologías, etc. Esta acción conjunta o cooperación puede ser “horizontal”, es decir entre varios agentes que operan en la misma etapa productiva, o “vertical”, o sea entre proveedores y clientes. Y puede darse “bilateralmente”, es decir entre dos agentes; o “multilateralmente”, cuando involucra a varios agentes al mismo tiempo.

Como se ha visto, esta actividad genera una gran cantidad de empleos. La minería ha impulsado muchas actividades en la zona, que contribuyen en grado sumo al desarrollo económico y social de su población.

Es importante también mencionar el hecho de que, por contrapartida, los problemas que se generan son también enormes. El sólo conocimiento de la existencia de un yacimiento genera una afluencia de grandes oleadas de gente en busca de la riqueza o siquiera de un empleo. El fenómeno es más intenso cuando se trata de un mineral muy valioso por unidad de peso, como es el oro. Los empleos son limitados y las posibilidades de acción directa se restringen. Se generan las invasiones y los conflictos que se suman al desempleo, la prostitución y la delincuencia común. La atención de todos estos problemas exige muchos más servicios del Estado, que casi siempre van a la zaga de las necesidades.

3. INTENTOS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN EN LA AGLOMERACIÓN SEGOVIA Y REMEDIOS

Conscientes de la problemática socioeconómica del distrito minero Segovia y Remedios, la Frontino Gold Mines Ltd. ha tenido una actitud conciliatoria con respecto a la gran mayoría de pequeños mineros o de invasión, dejándolos laborar mientras no perjudiquen la exploración, desarrollo y explotación de la empresa. Igualmente, la FGM en su afán conciliador ha sido copartícipe, conjuntamente con el Ministerio de Minas, en la creación de pequeñas empresas con miras a establecer que éstas sean sólidas y optimicen además todos los recursos disponibles. En cierto sentido, se ha intentado introducir el concepto de *clusters* entre los pequeños mineros. Cabe mencionar aquí los esfuerzos por agrupar los mineros informales alrededor de una planta de beneficio y el polvorín

comunitario, ambos auspiciados por FGM. De igual manera FGM propició la creación de una Asociación de Pequeños Mineros, llamada Asomina, a fin de tener un interlocutor único.

Algunos intentos de empresas asociativas, en las cuales FGM ha propiciado lo fundamental en reservas minerales y cierto apoyo técnico, son:

a. La María som

A la Sociedad Ordinaria de Minas La María se le dio en comodato una zona aurífera de 74 hectáreas, cuyo origen y causa del contrato era la colaboración de FGM a los gobiernos nacional, departamental y municipal en la solución de los problemas y en la reubicación de los mineros que han invadido minas o propiedades de esta empresa, bien en sus sitios de explotación o bien en sitios de producción ganadera.

Los representantes de la naciente sociedad, tendrían obligación de aceptar en la María SOM, personas que habían sido desalojadas o se desalojasen en el futuro de otras minas o propiedades mineras determinadas.

La FGM, además de dar el área en comodato, colaboró con la entrega de una mina abierta con reservas probadas de 84.000 toneladas de mineral neto, con un tenor combinado de 6.8 gramos de oro por tonelada y 18.300 onzas de oro. Asimismo, se entregaron trabajos de apertura, desarrollo y bloques preparados por FGM. Además ayudó con la entrega del estudio de factibilidad técnico-económico con sus respectivos planos y maquinaria apropiada para una explotación técnica.

También se les ofreció que la empresa pagaría el arriendo de un compresor durante un año, cotizado por la regional minera de Medellín y se accedió a la entrega de una máquina de perforación con varillas integrales. Infortunadamente por falta de una dirección apropiada y de apoyo gubernamental, la Sociedad La María SOM fracasó y como hecho paradójico, en la actualidad la mina se encuentra invadida nuevamente por pequeños mineros.

b. Proceso Asomina

A partir del segundo semestre de 1993, aparece la Asociación de Mineros del Nordeste Antioqueño, Asomina, como representante de los pequeños mineros, convirtiéndose así en interlocutor único de éstos ante las autoridades en general y ante la FGM, el cual pretende lograr acuerdos entre las partes en procura de alcanzar soluciones pacíficas a la situación de los mineros ilegales que están ubicados dentro de las propiedades de FGM.

Desde su creación se dio inicio a una serie de reuniones entre la naciente Asociación y la FGM con la participación en algunas ocasiones de las Secretarías de Minas del departamento y de los municipios de Segovia y Remedios, a lo largo de las cuales se han logrado diversos acuerdos que han permitido la explotación controlada y supervisada por la FGM de sectores invadidos de características delicadas por el riesgo potencial generado por estos trabajos.

c. Análisis y potencialidades

La aglomeración productiva en torno a la minería de Remedios y Segovia cuenta con los elementos básicos para configurar un *cluster* minero. Una empresa minera de gran tamaño, muchas empresas mineras pequeñas y medianas y claros eslabonamientos. Cada una de las actividades mencionadas está interrelacionada con la otra y se estimulan mutuamente para crecer. Gran parte de la población depende y se beneficia de la minería directa o indirectamente. Sin embargo, no es muy claro el aprovechamiento de los beneficios que se podrían derivar del funcionamiento como aglomeración.

Podría pensarse que la presencia de una empresa como la FGM jalonara el desarrollo tecnológico de la región. Es un hecho que los procesos extractivos y de beneficio son, en esencia, los mismos, aunque hay grandes diferencias en la manera de llevarlos a cabo por parte de los pequeños y medianos

empresarios. Según la percepción y el análisis de las circunstancias, el nivel cultural de los pequeños y medianos mineros y de los propietarios de entables, explica en gran parte la baja condición tecnológica de las actividades extractivas y de beneficio y la evidente apatía a cambios innovadores que les reporten mayor rentabilidad y sean más sanos ambientalmente.

Por otra parte, la joyería puede ser un importante eslabonamiento pero no ha existido en forma significativa hasta el momento. El motivo más evidente parece ser la inexistencia de una tradición joyera y la diferencia sustancial entre esta actividad y la minería. La población es fundamentalmente de vocación minera y la capacitación en joyería es de reciente introducción, como una nueva fuente de empleo.

Un elemento significativo en la explicación del bajo aprovechamiento de la aglomeración es la ausencia de un ente dinamizador que impulse mejoramientos tecnológicos y el aprovechamiento de nuevas oportunidades, tal como lo viene haciendo la Cámara de Comercio de Medellín en otros sectores.

La pequeña minería es causante de un gran deterioro ambiental, como son los desequilibrios estructurales que traen como consecuencias directas: hundimiento del suelo, grietas en la zona superficial, pérdida de la escorrentía de agua en superficie por percolación de ésta hacia el subsuelo, reptaciones y movimientos de masas en las laderas superpuestas, degradación del área de cubierta, agrietamientos y desestabilización de las construcciones civiles, etc. Las fértiles vegas y terrazas se convierten en estériles desiertos, como consecuencia de la destrucción de la capa vegetal por medio de grandes chorros de agua a presión con motobombas o maquinaria pesada. Las aguas de las fuentes o quebradas son contaminadas por los reactivos químicos y por las grandes cantidades de materia orgánica que van al cauce de los ríos, disminuyendo su profundidad con consecuencias funestas en épocas de invierno. Los trabajos mineros en aluviones y coluviones han destruido totalmente la capa vegetal y parte del subsuelo, causando la desaparición de los pastos. Además dejan una cantidad de huecos, estériles y escombros, eliminando toda posibilidad de producción ganadera. Destrucción de linderos que permite al ganado y las bestias alejarse hacia otros lugares. Muerte de ganado por caída en los huecos que dejan los pequeños mineros. Así mismo hundimiento de los semovientes en pantanos causados por los trabajos con motobomba. Deforestaciones causadas por los barequeros para adecuar sus zonas de trabajo. Contaminación de las aguas que surten acueductos que suministran el agua potable a la población en general, así como la desaparición total de un acueducto en el municipio de Segovia. Causan deterioro de los depósitos materiales por la falta de una adecuada exploración y explotación.

El trabajo en la pequeña minería es poco seguro y saludable pues una constante es la alta humedad en las minas, falta de ventilación, el equipo es defectuoso, etc. En pequeñas minas el trabajo es insuficientemente remunerado, es precario y la contratación laboral no es de carácter indefinido. El nivel de vida de sus trabajadores es paupérrimo. Hasta un 80% de la actividad minera en pequeña escala se realiza fuera de todo marco jurídico o reglamentario.

En países en vía de desarrollo, este tipo de minería ha experimentado un incremento promedio del 20% en los últimos cinco años y se prevé la continuación de dicho crecimiento. Menos del 10% de la fuerza laboral en la pequeña minería tiene algún nivel de calificación técnica reconocida.

La idiosincrasia cultural del pequeño minero, el poco interés que muestran para capacitarse y la costumbre de que el dinero ganado se invierte inmediatamente en juego, licor, baile y mujeres, hace difícil desarrollar cualquier tipo de programa. Estas costumbres vienen desde el siglo XIX y al respecto, en un informe del visitador del departamento del norte el primero de diciembre de 1866 sobre los mineros de Remedios leemos:

La estructura organizativa de la pequeña minería en el distrito minero Segovia y Remedios, no difiere en mucho de la anterior descripción, pues los mineros son sostenidos en herramienta, alimentación, energía, etc. En este aspecto es bueno comentar que la supuesta “minería de subsistencia”, está directamente patrocinada por los comerciantes, los compradores de oro y los

dueños de entables de la región con el único objetivo de obtener las mayores utilidades con la explotación deprimente de la fuerza de trabajo de los mineros.

d. Fortalezas de la pequeña minería

No obstante, la pequeña minería ha contribuido con un porcentaje entre el 15 y el 20% de la producción de metales según la OIT, cifra muy superior en el caso colombiano, particularmente en la minería de oro. Esta actividad contribuye a frenar la migración hacia las ciudades y aporta significativamente a la economía del país.

Es necesario entonces, adoptar políticas que permitan dar un mínimo de estabilidad a las pequeñas explotaciones mineras y así garantizar un trabajo decente a miles de personas.

La experiencia de FGM es amplia en el manejo de la zona y en la búsqueda de soluciones que conlleven al fortalecimiento del sector minero regional, así como la propuesta de alternativas de desarrollo para este sector.

Es por este motivo que la empresa propone alternativas de solución para la pequeña minería en las aglomeraciones mineras del país. El gráfico XII-3 ilustra las propuestas de fomento para el fortalecimiento de *clusters* mineros.

El propósito final es agrupar al pequeño minero dentro del concepto de minería técnica, económica, social y ambientalmente sostenible, concepto impulsado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) de Colombia. Si no se trabaja dentro de este marco, el fomento a la pequeña minería no cumplirá sus metas sociales, económicas, técnicas ni ambientales y la minería se desarrollará en un ambiente totalmente desequilibrado.

Gráfico XII-3

**PROPUESTA PARA EL FORTALECIMIENTO DE AGLOMERACIONES MINERAS.
EL CASO DE LA PEQUEÑA MINERÍA DEL ALTO NORDESTE ANTIOQUEÑO**



El Gráfico XII-3 ilustra la forma como se busca el desarrollo de una propuesta, de tal manera que los componentes geológicos, minero-ambientales, jurídicos, de liderazgo, gubernamentales, metalúrgicos, etc., den el valor agregado necesario para el fortalecimiento de las aglomeraciones mineras. El objetivo de esta propuesta es buscar la consolidación de la pequeña minería para que crezca y se consolide.

La propuesta para el fortalecimiento de las aglomeraciones mineras, se basa en la consolidación de los siguientes componentes:

Componente geológico-minero. Con ello se busca que la actividad minera a pequeña escala, deje de ser un negocio al azar. Para ello se requiere que las entidades

Cuadro XII-1
MEDIDAS DE FOMENTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE AGLOMERACIONES MINERAS, CONFORMADOS POR PEQUEÑOS MINEROS

	Capacitación	Investigación y desarrollo	Política minera
Exploración	Formación en: Ensayes químicos Geología de yacimientos + mineralogía Cartografía geológica	Desarrollo de adecuados: Procesos de análisis Equipo instrumental Evaluación de proyectos	Presencia del Estado en: Programas de exploración regional Información cartográfica detallada Reducción de la burocracia
Explotación Minera	Formación en organización y ejecución de: Trabajos de exploración Medidas de seguridad Trabajos de explotación Mecanización Formación en el manejo de maquinaria	Desarrollo de adecuados: Métodos de explotación y herramientas Instalaciones de extracción Técnicas de seguridad Técnicas de ventilación	Impulso de programas de: Salud ocupacional Asesoría técnica Creación de un sistema de seguridad social para la pequeña minería Educación
Beneficio	Formación en: El manejo de maquinaria Proyectos, operación, optimización y control de plantas de beneficio Distribución y manejo del agua El manejo de agentes químicos dañinos para la salud y el medio ambiente	Desarrollo de adecuados: Maquinarias de trituración Procesos de beneficio y maquinaria para la pequeña minería, por ejemplo: Sistemas móviles Lixiviación en pilas Flotación Maquinarias motrices para la mecanización Análisis de concentrado	Fomento de: Plantas de beneficio común Medidas de infraestructura para el transporte Educación
Administración y finanzas	Formación en: Dirección de operaciones Comercialización Contabilidad Cálculos de rentabilidad Asuntos crediticios Cooperativismo	Desarrollo de adecuados: Sistemas de crédito para la pequeña minería Formas de organización de la operación Método de publicidad	Definición de políticas sobre recursos minerales para la pequeña minería Legalización de las minas pequeñas, respetando derechos adquiridos Compra, por parte del Estado, de los productos a precios de mercado Auspicio económico por parte del Estado Facilidades de créditos Facilidades de importación, equipos y materias primas

gubernamentales, que tienen que ver con el sector minero, financien programas de exploración en los diferentes distritos mineros. Con estos resultados y la asesoría de profesionales en la materia, se puede dar un gran desarrollo en los distritos mineros y la contraprestación podría ser cobrar un porcentaje de la producción de estas minas para recuperar las inversiones efectuadas en exploración, tal como ocurre en algunos países europeos.

A partir de los resultados de las exploraciones geológicas y a través de técnicos e ingenieros vinculados con empresas estatales y aún con la colaboración de la empresa privada, se desarrolla el proyecto técnico económico, con su respectivo flujo de caja mínimo a cinco años, cálculos de la tasa interna de retorno, tiempo de recuperación de la inversión, etc., el cual debe involucrar los conceptos de producción limpia y desarrollo sostenible, cuantificar los costos de mitigación del impacto ambiental.

Componente ambiental. La pequeña minería es causante de un gran deterioro ambiental, como se dijo, causando desequilibrios estructurales que traen como consecuencias directas hundimiento del suelo, grietas en la zona superficial, pérdida de la escorrentía de agua en superficie por percolación de ésta hacia el subsuelo, reptaciones y movimientos de masas en las laderas superpuestas, degradación del área de cubierta, agrietamientos y desestabilización de las construcciones civiles, etc.

Antes del inicio del laboreo de pequeñas minas, se debe tener un estudio de impacto ambiental en el que se definan los criterios sobre la viabilidad ambiental del proyecto, estableciendo las medidas de prevención, corrección, comprensión y mitigación de los impactos y efectos negativos del proyecto, con el ánimo de evitar posibles errores o daños ambientales cuya corrección posterior podría ser altamente costosa desde el punto de vista económico, llegando incluso a hacer negativa la rentabilidad del proyecto minero.

Componente jurídico. La minería ilegal elude las responsabilidades que implica trabajar dentro de un marco jurídico establecido, tales como obtención de licencia ambiental, pago de impuestos, presentación de informes sobre la licencia de exploración y/o explotación, etc. Se debe divulgar la nueva legislación minera que contempla programas especiales y amplios de apoyo a la pequeña minería que se legalice.

Este componente jurídico no debe crear falsas expectativas como ocurrió con la Ley 141 del año 1994, con la que los políticos de turno crearon falsas expectativas a la minería de hecho al quererla legalizar, desconociendo las propiedades mineras constituidas y reconocidas por el Estado, lo que ocasionó que todo un proceso de concertación con mineros invasores se perdiera por la confrontación que generó esta ley, que fue declarada parcialmente inconstitucional.

Componente liderazgo. En la mayoría de los casos, por su limitado nivel cultural y educativo, los mineros son reacios a cualquier cambio. Es por ello que se deben formar líderes que cambien este concepto en la comunidad minera, que impulsen el cambio y la tecnología y que tengan formación empresarial. Así mismo, instituciones del Estado como el SENA, deben capacitar al minero en su sitio de labor en actividades como perforación y voladura, bombeo, ventilación, transporte y beneficio de minerales por mencionar sólo algunas de las tareas más representativas en el laboreo de minas.

La capacitación empresarial se podría dictar a líderes mineros, en instituciones universitarias que tienen asiento en lugares cercanos a los diferentes distritos mineros haciendo énfasis en el fortalecimiento de la pequeña minería como empresa con proyección hacia el futuro.

Componente concertación. Teniendo en cuenta que un gran porcentaje de la pequeña minería se realiza sin títulos de exploración y/o explotación, es necesario llegar a un proceso de concertación con los pequeños mineros, no de manera individual, pero sí a través de la creación de cooperativas o sociedades ordinarias de minas, con proyectos que no estén dispersos de manera desorganizada en los diferentes distritos mineros, uniéndolos en pequeñas minas tecnificadas en una zona que pueda ser polo de desarrollo o en una gran mina que agrupe a los socios de estas organizaciones.

Logrando organizar a los pequeños mineros como empresarios a través de las diferentes clases de asociación que contempla el Código de Minas, se podría tener la posibilidad de escoger alternativas de financiación, tasas de interés, garantías, así como lograr algo importante: la seguridad social. Otra forma con altas probabilidades de éxito y ya probada en algunos sitios es la de “contratación no laboral” o apadrinamiento, que se explica al final del presente capítulo.

Componente gubernamental. La descoordinación entre las diferentes entidades del Estado, por carecer de un plan de trabajo común, hacen que los esfuerzos no se canalicen perdiéndose buenas oportunidades para lograr un mayor éxito en los proyectos. Los proyectos deben trabajarse integralmente, bajo un mismo programa, aunando esfuerzos y recursos.

Las experiencias del pasado han fracasado, en parte, por la falta de presencia permanente de técnicos y/o ingenieros adscritos a entidades estatales que asesoran estos proyectos. Se ha demostrado que las visitas que realizan los funcionarios de forma esporádica, no les permite a estas entidades ver la realidad de la marcha de los proyectos en su parte técnica ni de sus estados financieros.

Debe existir un compromiso serio por parte de las entidades estatales, en el sentido de tener presencia permanente con técnicos y/o ingenieros, en el desarrollo de los proyectos que se generen en el futuro, creando para ello dentro de sus presupuestos de funcionamiento los rubros necesarios para que lo anterior pueda ser realidad.

Las universidades que tienen programas de pre-grado relacionados con la actividad geológico-minera, deberían contar entre sus bancos de proyectos con programas que involucren el desplazamiento de estudiantes de los últimos niveles hacia sitios donde se adelanten este tipo de proyectos asociativos, para que asesoren en todos los campos a los pequeños empresarios mineros, estableciendo algo similar al llamado año rural obligatorio en otras profesiones.

Componente metalúrgico. Los entables donde se hace la recuperación de mineral de los pequeños mineros, no cuentan con la tecnología, infraestructura, ni métodos apropiados para obtener un buen beneficio y recuperación de mineral.

A causa de lo anterior, una gran cantidad de la riqueza de los Distritos Mineros se pierde como producto de desecho del proceso de beneficio. En el caso de los entables ubicados en el distrito minero Segovia y Remedios, la recuperación de oro alcanza entre un 50% y 60%. La recuperación de plata es mínima.

Con el objeto de obtener mayores recuperaciones y por ende mayor rentabilidad para los pequeños mineros, entidades estatales como Minercol y la Secretaría de Minas de Antioquia, han montado plantas de beneficio en municipios como Marmato, Frontino y Segovia, las cuales no han operado debido, entre otras razones, a la falta de asociaciones o agrupaciones mineras que aporten mineral para beneficio en unos casos y en otros a la falta de pago casi inmediato del mineral beneficiado. Así mismo, porque se entrega la administración de las mismas a las entidades municipales correspondientes, las cuales no cuentan con los recursos económicos ni con el personal capacitado para la operación de las mismas, como sucede casi siempre con las empresas estatales.

Para el montaje y puesta en funcionamiento de plantas de beneficio, se debe contar primero con una infraestructura minera capaz de aportar el mineral suficiente al circuito que, por lo general, es cerrado y con gran tiempo de residencia del mineral en el mismo para su recuperación y poseer, además, la capacidad de cuantificar a través de muestreos automáticos, la cantidad de mineral que entra de cada mina en particular para poder liquidar el valor del mineral aportado casi de inmediato.

De igual manera, estas plantas de beneficio deben tener muy en cuenta el manejo del material sobrante, creando sistemas que no aporten sólidos en suspensión ni residuos químicos a las corrientes de agua de los sitios donde se encuentren operando. Un planteamiento concreto para el caso específico de la planta de Segovia se presenta al final de este capítulo.

Componente mercadeo y valor agregado. Las plantas de beneficio deben funcionar paralelamente con empresas asociativas de trabajo que conviertan el producto final, para el caso del oro por ejemplo, en trabajos artesanales de joyería con una calidad tal, que sea apto para comercializarlo en el ámbito internacional. En este aspecto, en diferentes municipios del nordeste antioqueño se han dictado talleres de joyería, a los que han asistido numerosas personas de la región, por lo que están dadas las condiciones para que aparezca un gran centro de joyería a nivel nacional e internacional. También al final del capítulo se comenta sobre los programas que se están adelantando en este respecto.

Componente diversificación. En el caso del distrito minero Segovia y Remedios, es claro que es imposible dar empleo a casi 50.000 personas. Para esto es necesario ofrecer alternativas de empleo a fin de equilibrar la propuesta de ocupación, que en algunos casos estarían de alguna forma vinculadas a la actividad minera. Ejemplos podrían ser: reforestación, sector agrícola, pecuario, turístico, etc.

4. CONCLUSIONES

Con el fortalecimiento de las comunidades mineras e impulsados por la tecnología, se espera lograr un importante crecimiento del sector minero nacional. Debido al potencial de ingresos que ostenta la pequeña minería, así como a la generación masiva de empleo, es necesario diseñar estrategias prácticas para el desarrollo de la pequeña minería.

Las estrategias deben contemplar un entorno operativo que estimule la utilización de mejores prácticas del oficio y de salud y seguridad en el trabajo, así como de protección ambiental. Todo esto se logra asociando grupos de pequeños mineros con un mismo interés común. La joyería, una planta de beneficio y procesamiento comunitaria, un programa de exploración detallada y el desarrollo empresarial de la pequeña minería en la zona, son los potenciales más viables para esta aglomeración.

Como se mencionó, la joyería está apenas en una etapa incipiente en esta región. El gobierno departamental en conjunto con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) inició hace pocos años unos programas de capacitación en joyería con el objetivo de desarrollar más empleo y de darle un valor agregado al mineral aurífero. La principal restricción hasta ahora ha sido la comercialización de estos productos. Es aquí donde se debe concentrar la atención para lograr su desarrollo.

En la actualidad hay algunos proyectos en proceso tendientes a agilizar la comercialización. La Asociación Colombiana de Mineros –Asomineros– y Proexport Colombia, por ejemplo, están trabajando conjuntamente para promocionar estas y otras joyas en algunas ciudades importantes del país y desarrollar un programa nacional de exportación. También la Empresa Nacional Minera –Minercol–, una empresa estatal, en alianza con otras entidades, está comenzando un proyecto similar con joyas de esta región y el resto del país. Sería de suma importancia social y económica lograr que las joyas producidas en la zona se comercialicen tanto nacional como internacionalmente. Éste es, sin duda alguna, un gran potencial para la aglomeración en torno a la minería de Remedios y Segovia.

Otro campo de acción importante para el desarrollo de la aglomeración es buscar la manera de que se haga exploración detallada en las zonas que no pertenecen a la FGM, con el fin de garantizar la continuidad de las reservas y facilitar el planeamiento y la actividad extractiva de los pequeños mineros. Esta labor debería ser desarrollada por el organismo estatal que tenga a su cargo el fomento de la minería o por las propias entidades municipales con recursos de regalías a los cuales se puede acceder para este fin.

Otro gran potencial para esta aglomeración es poner en operación la planta de beneficio y procesamiento del mineral, de carácter comunitario que ya existe pero, infortunadamente, no funciona. El gobierno departamental de Antioquia montó hace pocos años una planta de beneficio a un costo muy elevado. Cuenta con tecnología moderna no contaminante. La planta nunca ha funcionado debido a dos grandes problemas. Uno, que el diseño no es adecuado. Dos, que nunca se estudió a fondo ni se resolvió el esquema institucional bajo el cual la planta debe operar.

El reto más grande es resolver el esquema institucional en el cual la planta puede funcionar adecuadamente, si se tiene en cuenta que hay obstáculos y conflictos de interés en el proyecto. El primer obstáculo o conflicto es que muy posiblemente los dueños de los pequeños entables se opongan a su operación porque su negocio resultaría perjudicado. Además, como muchos de los dueños de entables son dueños de minas también, la planta comunitaria de beneficio no sería utilizada por ellos.

El segundo obstáculo a vencer es que los mineros pequeños están acostumbrados a estar presentes y a participar en la extracción de su oro para cerciorarse de obtener lo que les corresponde. En esta planta, con procesos más técnicos, no es posible extraer el mineral en pequeños baches, pues funciona a escala mucho más grande que el volumen que normalmente procesa un pequeño minero.

Para solucionar este inconveniente se requiere todo un trabajo de análisis y diseño institucional, seguido de un proceso de cambio social y cultural. Es necesario desarrollar un sistema que les dé a los mineros la seguridad que ellos encuentran en el hecho de estar presentes durante el proceso y que les

asegure mejor rendimiento. Seguidamente es necesario difundir y explicar las ventajas de la planta comunitaria con relación a la productividad. Una solución puede ser la de trabajar sobre la base de análisis de sus muestras para efectos de liquidación y pago, y otra puede ser la de buscar un mecanismo de financiación y adaptación cultural que permita a los mineros acumular suficiente material como para procesarlo individualmente.

Para lograr el objetivo se requiere de un esfuerzo conjunto de las entidades interesadas así como también del diseño y desarrollo de un esquema de operación que garantice la participación de los mineros en el manejo de la planta, como pudiera ser una cooperativa o una organización similar.

Por último, pero muy importante, es el desarrollo empresarial de la pequeña minería en la zona. Como se mencionó, la pequeña minería opera de manera muy precaria. Los pequeños mineros no tienen la capacidad financiera ni técnica para hacer exploración. Es por esto que persiguen los filones que otro encontró, muchas veces en territorio ajeno. En el caso de Segovia, por ejemplo, el 90% de las minas inscritas en el municipio están superpuestas con la FGM. Esto genera un conflicto que ha llegado a convertirse en problema cultural. Tanto, que en la zona se dice que la FGM tiene la razón legalmente pero no socialmente. Es indispensable encontrar alternativas que permitan un mejor desarrollo de la pequeña minería.

Una posible solución es un esquema de contratación no laboral entre el titular del derecho (en este caso la FGM) y el pequeño minero para permitirle a éste explotar el mineral bajo la dirección y la asistencia técnica de la compañía. El compromiso sería que la empresa misma procese el oro y le dé una equitativa proporción al minero. La empresa puede ofrecerle hasta comprar el metal. De esta manera se soluciona gran parte de la problemática ofreciendo al minero dirección técnica, manejo ambiental y fácil comercialización. La compañía por su parte estaría evitando problemas, teniendo buenas relaciones con la población, y aumentando la producción con muy baja inversión.

Cualesquiera que sean las soluciones a estos distintos retos, se requiere unión de voluntades, esfuerzos y conocimientos. Si se implementa una acción conjunta entre Asomineros, Umina (Segovia), la Secretaría de Asuntos Minero-ambientales de Remedios, la FGM, la Secretaría de Minas y Energía de Antioquia y, eventualmente, la Cámara de Comercio de Medellín, dada su experiencia en el tema, será posible desarrollar la minería, promover la joyería, mejorar el nivel empresarial y poner en marcha la planta. Para esta última, la FGM ya ha manifestado su interés en colaborar con asesoría técnica, diseños y hasta con el manejo de la misma. Asomineros ha demostrado su disposición a promover y coordinar una acción motivadora dentro de la aglomeración.

Página intencionalmente en blanco.

Capítulo XIII

SÍNTESIS: POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES DE LAS AGLOMERACIONES MINERAS EN AMÉRICA LATINA

Rudolf M. Buitelaar

1. LAS PREGUNTAS

La minería es importante en la economía latinoamericana. El subcontinente se destaca por su abundante dotación de minerales. Sin embargo, la explotación de esta riqueza no ha significado un patrón de desarrollo satisfactorio. Por más de cincuenta años economistas han argumentado que el

problema radica precisamente en la especialización de la región en la explotación de recursos naturales. Los productos primarios no tienen una demanda dinámica en mercados mundiales y el efecto multiplicador de las inversiones para su explotación sería muy limitado. La explotación de recursos naturales no produciría aumentos de productividad en la economía tan rápido como otras actividades, porque sería menos intensivo en el uso de conocimiento y tecnología.

El proyecto Cepal-CIID postula, como lo hace ya la mayoría de los analistas de esta temática, que no hay nada inevitable en esta eventual relación entre la dotación inicial de recursos naturales y desempeño insatisfactorio de las economías. El problema no es tanto el punto de partida sino la dinámica que se genera a partir de ella. Varias economías que hoy son las más desarrolladas, partieron de una dotación abundante de recursos naturales en general y mineros en particular. Los productos primarios claramente han perdido importancia en el comercio mundial, pero ¿por qué no se evolucionó hacia productos de mayor dinamismo de demanda? Tradicionalmente la minería ha tenido características de enclave, con pocas relaciones con la economía doméstica, pero ¿qué limita el desarrollado eslabonamiento doméstico? Hay menos evidencia sobre la supuesta menor intensidad tecnológica de la minería y la poca importancia para el aumento de productividad en las economías, así que también debe preguntarse ¿cuál es la importancia de la investigación y el desarrollo tecnológico en la minería? ¿cuál es el potencial de innovación y aumentos de productividad? ¿Cómo se relaciona el aprendizaje en la minería con la productividad en otros sectores económicos?

La supuesta relación de causalidad entre abundancia de recursos naturales y desempeño económico pasa necesariamente por otras variables. El presente proyecto exploró la interacción entre actores en torno a la minería en un espacio geográfico determinado como una variable que incide en la dinámica de desarrollo. La literatura

sobre ventajas competitivas y aglomeraciones (*clusters*) sugiere que en lugares donde hay una masa crítica de empresas en torno a una actividad económica determinada, se produce un proceso de mejoramiento de ventajas competitivas a partir de la interacción entre empresas o entre éstas, instituciones especializadas, y consumidores exigentes. Este proceso puede tomar distintas formas: cambio o mayor diferenciación de productos para insertarse en mercados más dinámicos; incorporación de eslabones de mayor valor en la cadena; innovaciones para mejorar la eficiencia y productividad; o inclusive cambios hacia actividades económicas distintas que tengan mayores perspectivas de desarrollo.

Si en América Latina, la explotación de recursos mineros no ha producido un nivel de desarrollo satisfactorio como sí lo ha producido en algunos países hoy día desarrollados, ¿qué es lo que inhibe este proceso en las aglomeraciones en torno a la minería existentes en el subcontinente? ¿Qué es lo que puede hacerse al respecto? El proyecto Cepal-CIID pidió a una docena de investigadores seleccionar una aglomeración determinada o un tópico relevante para investigar en torno a esta discusión y contribuir a la contestación de estas preguntas.

Al inicio del libro se colocaron las preguntas concretas centrales. Cuáles son las ventajas competitivas que exhiben las aglomeraciones mineras en América Latina y cómo éstas han sido construidas; cuál es el potencial de la acción colectiva y las políticas públicas para mejorarlas, en aras de fortalecer su contribución al desarrollo sustentable.

Los investigadores colaboraron con el proyecto desde diferentes ópticas conceptuales, arrojando luces en las distintas dimensiones de la temática. En primer lugar, este capítulo de cierre ofrece una síntesis de los estudios de caso realizados. En segundo lugar, extrae las principales respuestas a los interrogantes planteados. Por último, el capítulo cierra con orientaciones generales para el mejoramiento de las aglomeraciones y su contribución al desarrollo sustentable de la región y presenta temas para la agenda de investigaciones futuras.

2. LAS EXPLORACIONES

a. El ejemplo del Canadá

Archibald Ritter provee el ejemplo de un país con abundante dotación de recursos naturales, que logró en un siglo un nivel de desarrollo importante. En Canadá, además, la minería sigue siendo una de las actividades económicas centrales. El país exporta productos primarios, aunque su perfil exportador ya es bastante diversificado y también contiene varios elementos de demanda dinámica y alto contenido tecnológico.

Uno de los puntos sobresalientes de la experiencia canadiense reciente es la internacionalización de las empresas relacionadas a la actividad minera, fenómeno que según la literatura de aglomeraciones (*clusters*) es propio del estado más avanzado en la evolución de las aglomeraciones. Apoyado en un sistema financiero dispuesto a invertir en exploración y gracias a la acumulación de conocimiento e información geológicas, las empresas centrales explotan recursos mineros en todo el mundo. Esto tiene su efecto positivo sobre empresas proveedoras de equipos, instrumentos y maquinaria también, en particular los necesarios para exploración. No se han desarrollado en Canadá todos los eslabones de la cadena productiva, y la debilidad en algunas áreas de maquinaria para minería de superficie preocupa al autor.

La descripción de la aglomeración en torno a la minería en Canadá incluye una cantidad y diversidad extraordinaria de actores especializados, incluyendo empresas mineras y sus proveedores, consultores y otros servicios profesionales, instituciones financieras, universidades, asociaciones y hasta la prensa especializada. Distintas instancias públicas impulsaron iniciativas para dotar al sector con la infraestructura y conocimientos básicos, una visión estratégica común y proyectos de envergadura. La interacción entre todos los actores ha producido conocimientos y capacidades propias que distinguen a las empresas mineras canadienses en la competencia mundial.

Ritter también aporta el caso particular de Sudbury, pueblo minero por excelencia, en que las empresas e instituciones locales han podido corregir problemas ambientales antiguos y construir un lugar atractivo para vivir. Ahora es sede de centros tecnológicos mineros de excelencia y de empresas de calidad mundial.

b. Facetas de la minería chilena

Después de esta perspectiva canadiense, este libro ofrece tres visiones sobre la minería en Chile. Katz, Cáceres y Cárdenas describen el proceso de crecimiento veloz en la última década y media, en que la estabilidad macroeconómica, las garantías a inversionistas extranjeros y la riqueza del recurso minero impulsaron las grandes inversiones para abrir nuevos yacimientos. La magnitud del auge también permitió el surgimiento de proveedores especializados de servicios y bienes, fortaleció la formación de recursos humanos y generó cambios positivos en la cultura minera. En resumen, muestra un avance notable hacia una aglomeración con articulaciones e interacciones virtuosas a nivel nacional.

El problema que exploran los autores es que los estímulos macroeconómicos no impactan a las empresas mineras por igual y las características de cada yacimiento imprimen estrategias microeconómicas diversas. Codelco, como empresa estatal, opera con un régimen de incentivos completamente distinto al de las de empresas transnacionales como Escondida. Otra diferencia decisiva es la antigüedad y calidad del yacimiento, que conduce a estrategias tecnológicas divergentes. Codelco recién en los últimos años está impulsando una política de alianzas tecnológicas externas y

Escondida no tiene mayor incentivo por hacer un gran esfuerzo tecnológico. Las pequeñas empresas servidas por Enami en cambio no salen de su estrategia de sobrevivencia porque ni por los estímulos macroeconómicos ni las capacidades tecnológicas nacionales les afectan mucho. No se trata, por tanto, de un conjunto cohesionado de actores empresariales con una visión estratégica compartida. El

resultado es que el esfuerzo tecnológico colectivo es menor de lo necesario para que el conjunto pase de las ventajas competitivas sencillas de una buena base mineral y un clima propicio para la inversión privada, hacia más complejas como una capacidad innovadora propia.

Jorge Beckel analiza el ejemplo que por excelencia muestra como, en esta época de auge de inversiones mineras, de todas maneras sí fue posible que se lograra un proceso endógeno de innovación tecnológica en procesamiento de mineral de cobre. El desarrollo de la lixiviación en pilas por capas delgadas junto con el perfeccionamiento de la lixiviación bacteriana fue, en buena parte, el fruto de un esfuerzo realizado por la empresa Sociedad Minera Pudahuel, aunque se benefició también de capacidades existentes en otras empresas e instituciones chilenas. Algunas grandes empresas, entre ellas Codelco y varias extranjeras, impulsaron desarrollos propios en la misma línea sin que se pudiera articular los esfuerzos de manera adecuada. Esta observación confirma la hipótesis de Katz *et al.* sobre las distintas lógicas empresariales y la dificultad de conciliar estrategias tecnológicas. En todo caso, las innovaciones tecnológicas mencionadas en el área del procesamiento de minerales de cobre y su difusión preponderante inicialmente en el ámbito nacional, fortalecieron la capacidad competitiva de buena parte de la minería chilena de cobre. La difusión que en el ámbito global alcanzaron luego estas innovaciones, muestra que se trató de un cambio tecnológico bastante importante. Además Chile pudo exportar servicios de consultoría minera de alto nivel, basados en estos desarrollos tecnológicos. El estudio identificó también los obstáculos a una difusión más rápida de las nuevas tecnologías dentro de la minería chilena de cobre y en general a un aprovechamiento más pleno de las oportunidades derivadas. Por último existen fundadas dudas acerca de la continuidad de los esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológicos en los campos hidrometalúrgicos mencionados.

La heterogeneidad en la aglomeración en torno a la minería en Chile es puesta en primer plano de análisis por Culverwell, quien analiza en su artículo los obstáculos a la integración de proveedores locales en la gran minería en la región de Antofagasta. Ella inclusive sugiere la existencia de dos aglomeraciones paralelas, una con proveedores modernos, tecnificados y de tamaño mayor, y otra con proveedores marginales. Los primeros ofrecen productos y servicios estratégicos para la competitividad de las grandes empresas mineras y se da con mayor facilidad conjunción de objetivos. La mayoría de las empresas, en cambio, no ofrece productos esenciales para la competitividad de la gran empresa minera y no tiene poder de negociación alguno. En estos casos, los grandes compradores buscan el máximo de reducción de costos y reducen al mínimo la capacidad de acumulación de estas empresas. Este grupo de pequeños proveedores es vulnerable, y relaciones de confianza y colaboración son difíciles de lograr. En estas condiciones, Culverwell analiza tres ejemplos interesantes de proyectos que tratan de articular mejor la aglomeración. Su conclusión es que la aglomeración sólo logrará mayor coherencia y eficiencia colectiva si las grandes empresas se convencen de que el desarrollo local es estratégico para su competitividad a largo plazo.

c. Proyectos peruanos

Perú es otro país minero con amplia trayectoria. Para poner en perspectiva los tres estudios de caso, que se orientan al análisis de los vínculos locales de tres empresas o proyectos mineros individuales, Kuramoto ofrece un panorama de la evolución de las aglomeraciones mineras. *Shocks* externos y cambios de política económica han significado distintas fases en el desarrollo de las aglomeraciones mineras, en que se alternan la predominancia de capital privado nacional en proyectos de distinta envergadura, capital extranjero en proyectos de tamaño mayor y participación estatal. El dinamismo del grupo de empresas nacionales de tamaño menor ha dependido básicamente de los precios internacionales de sus productos, lo que ha significado gran vulnerabilidad. En ciertas épocas su dinamismo ha generado un interesante nivel de articulaciones con proveedores nacionales de insumos y equipos. En las últimas dos décadas este núcleo empresarial ha estado en crisis, y el dinamismo de

la minería en Perú se centra en las inversiones extranjeras de tamaño mayor. Más articulado a cadenas globales de producción, su vinculación con la economía doméstica ha sido menor. En conjunto, la minería peruana evidencia formas diferenciadas de interacción, con ciertas ventajas de aglomeración sobre todo centradas en Lima y la Sierra Central y en menor medida en torno a empresas transnacionales de mayor historia en el país.

En seguida, Kuramoto ofrece un análisis a profundidad de las relaciones externas del proyecto de la mina de oro Yanacocha. El proyecto en sí presenta una historia interesante de alianza estratégica entre capital transnacional y lo más fuerte del capital y conocimiento minero nacional. El caso también reviste interés porque representa la introducción de la gran minería moderna, con tecnología y una cultura empresarial de avanzada en Perú. Como conglomerado de intereses extranjeros y nacionales, el proyecto presenta una clara sinergia. Sin embargo, su relación con la economía local en Cajamarca es ambigua. La mina ha ocasionado un dinamismo comercial y la mejora de servicios básicos, sin embargo la limitada actividad industrial en la zona hace que no se haya podido desarrollar proveedores locales de importancia. Se tienen más proveedores locales de servicios, principalmente de pocas exigencias tecnológicas.

Aún así, se perciben los problemas de diferencias culturales importantes, no sólo con proveedores locales de servicios sino también con instituciones locales de investigación y formación de recursos humanos.

Si existe aprendizaje por interacción y ventajas dinámicas de aglomeración, éstas serían relativamente a distancia y estarían principalmente concentrados en Lima. De allí que Kuramoto lo llama la “red industrial” en torno a Yanacocha, en que la palabra “red” en contraste con “aglomeración” no presupone como necesaria la cercanía geográfica para producir interacción. En todo caso, la relación entre esta red industrial y las aglomeraciones mineras propiamente dichas en torno a la pequeña y mediana minería, es prácticamente inexistente o muy débil.

Un proyecto que tiene una trayectoria de ya más de cuatro décadas es el de la Southern Peru Copper Corporation que explota las minas de cobre de Toquepala, Cuajone y otras en el sur de Perú. Jorge Torres-Zorrilla hizo un minucioso análisis de las compras locales de bienes y otras relaciones con la economía regional que se establecieron en el transcurso del tiempo. El complejo productivo ya tiene importantes eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante. Su impacto en la economía del sur de Perú, en términos generales es sin duda notable, por la envergadura de la empresa en relación con la economía local. Las adquisiciones de insumos locales son, sin embargo, típicamente de menor complejidad tecnológica. Una situación distinta es la que presenta la compra local de servicios, en que sí se registran proveedores locales de mayor capacidad tecnológica. El avance se nota sobre todo en la etapa de implementación de nuevos proyectos, en que se seleccionan cada vez más constructores nacionales. La aglomeración en torno a la minería del sur de Perú también exhibe interacciones importantes con las empresas del norte de Chile.

Tamboraque es el tercer proyecto analizado en Perú. Juana Kuramoto lo escogió porque exhibe características distintas a los dos anteriores. Se trata de un proyecto de mediano tamaño, impulsado por capital nacional, posibilitado por una interacción entre cuatro o cinco actores esenciales. Refleja la posibilidad de interacción entre agentes transnacionales (fondos de inversión, empresas de ingeniería) y locales (propietario nacional, centro de capacitación, fabricante de equipo) para establecer juntos una capacidad endógena de llevar a cabo un proyecto de cierta envergadura. Es, en esta colección, quizás el ejemplo más claro y virtuoso de la conjunción deliberada de esfuerzos entre empresas e instituciones que produjo claras sinergias, transferencia de tecnología y aprendizaje local. En el análisis de cómo funcionó y por qué funcionó, queda en evidencia la gran variedad de impulsos desde instituciones públicas y organismos internacionales. Sin embargo, es la iniciativa y el liderazgo de una empresa nacional y la concurrencia de un centro privado de formación técnica (en sí expresión de un

esfuerzo colectivo del sector privado minero) que tradujo la multiplicidad de impulsos en un resultado concreto.

d. Otros casos

El proyecto Cepal-CIID analizó casos en otros tres países: Brasil, Bolivia y Colombia. En Brasil, Jorge Chami inició su exploración con la pregunta: qué otros eslabones en la cadena de producción podrían incorporar las tres empresas del conglomerado Aluvale en Pará. Una extrae bauxita, otra la transforma en alúmina y una tercera produce aluminio. Chami analizó los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante y concluyó que si bien había relaciones muy fuertes de compraventa entre los diferentes eslabones de la cadena de producción, no había argumentos económicos ni tecnológicos que justificaran 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. Tampoco los conocimientos esenciales para los diferentes eslabonamientos son transmitidos a través de la cadena de producción. Para la extracción de bauxita el conocimiento crítico es geológico; para la transformación en alúmina es metalúrgico. Para producir aluminio se requiere conocimiento de procesos electroquímicos. Los eslabonamientos hacia atrás, como fabricación de maquinaria, requieren más bien la aglomeración y una trayectoria de empresas metalúrgicas. Los eslabonamientos hacia adelante son extraordinariamente diversos, dependiendo del uso del aluminio, y la mayoría requiere condiciones económicas y tecnológicas que no dependen de la cadena bauxita-aluminio.

Llegado a esta conclusión lapidaria para las expectativas de completar la cadena física de producción en Pará, Chami se dedicó a analizar la relación entre el conglomerado Aluvale y la economía local en términos más generales, para buscar qué otros efectos positivos de aglomeración y qué formas de interacción y aprendizaje local se daban. Esta parte del estudio es singular en la presente colección, en el sentido de que muestra más que otros estudios de caso, el potencial de aprendizaje intersectorial. En el fondo, lo más importante que se aprendió a través de veinte años de extracción de bauxita se refiere al manejo medioambiental, y en particular todo lo que se relaciona con la reforestación de la Amazonia. Lo más importante que puede dejar el conglomerado 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.

El estudio sobre Oruro de Loayza y Franco también es singular en esta colección, en el sentido de que muestra el colapso de una aglomeración en torno al estaño y su posterior recomposición de la minería en el lugar. En esta última fase, surgió claramente una estructura bipolar entre un reducido grupo de empresas modernas y una docena de cooperativas. El primer grupo está compuesto por las grandes empresas nacionales que lograron relacionarse con empresas transnacionales y de esta forma incorporar el cambio tecno-

lógico. El segundo grupo es la respuesta encontrada por los trabajadores afectados por la crisis del estaño. A su vez, un pequeño grupo de empresas proveedoras e instituciones pertenecientes a la época anterior, lograron adaptarse mediante una estrategia agresiva de diversificación a las nuevas circunstancias. Con todo, la aglomeración en torno a la minería en Oruro depende esencialmente de la dinámica de las grandes empresas transnacionalizadas, que a su vez es determinada por variables externas. El sector público, las universidades y el sector privado organizado cumplen funciones importantes pero no parecen tener masa crítica suficiente para lograr una dinámica endógena de mejoramiento de ventajas competitivas.

Por último, se incluyó en este proyecto un estudio de caso de una “miniaglomeración” de minería de oro en el municipio de Segovia en Antioquia, Colombia. Es un caso singular también en el sentido de que se trata de una pequeña zona totalmente dependiente de la minería de oro, en que se encuentra una empresa moderna de tamaño mayor, con fuerte participación de trabajadores en su gerencia y por

consiguiente una clara conciencia social y local, junto con casi un centenar de pequeñas operaciones mineras, la mayoría informales e irregulares. La convivencia es obligada por la cercanía y hasta superposición geográfica y podría dar importantes ventajas económicas, sociales y ambientales. La colaboración efectiva ha sido esquiva, probablemente por la incertidumbre respecto de los títulos de propiedad, que genera un caso en que probablemente se puede hablar de “deseconomías de aglomeración”. Sin embargo, en esta situación la empresa mayor ha articulado una propuesta clara y concreta de colaboración local, que en este sentido es la propuesta práctica más elaborada que se encuentra en la presente colección.

3. LAS RESPUESTAS

¿Qué ventajas competitivas exhiben las aglomeraciones en torno a la minería en América Latina?

Los estudios de caso del proyecto Cepal-CIID de aglomeraciones mineras evidencian la gran heterogeneidad de la minería en América Latina, tanto entre aglomeraciones como dentro de ellas. Por una parte, la aglomeración en torno a la minería de cobre en Chile, ya sea si se define en términos del país entero o de la región en que se da la mayor concentración geográfica de operaciones mineras –la región de Antofagasta– ha sido claramente impulsada por las grandes inversiones en exploración y explotación de empresas transnacionales y de Codelco. También ha habido grandes inversiones en infraestructura de apoyo (energía, infraestructura portuaria, mineroductos). Desde luego estas inversiones fueron atraídas por la abundancia del recurso natural, pero el factor crítico era el clima favorable para la inversión. Esto incluye la baja tasa impositiva, las garantías al inversionista, la estabilidad macroeconómica y también el retorno a la democracia. En términos de las fases de desarrollo de Porter,

éste sería un típico caso de una aglomeración impulsado por las inversiones, caracterización que sugiere un estado más avanzado que el de las aglomeraciones impulsadas por los factores de producción pero menos que el de las impulsadas por la innovación. La ventaja competitiva que caracteriza esta situación es la de la eficiencia lograda por bajos costos del recurso, economías de escala y un proceso de búsqueda de innovaciones de proceso que mejoren la productividad.

En este sentido, existen ejemplos de esfuerzos interesantes de innovación, como el desarrollo de la tecnología de lixiviación en pilas por capas delgadas y la aplicación de procesos bacterianos, caso analizado por Jorge Beckel. Aún así, estos mismos ejemplos evidencian las limitaciones de la aglomeración para beneficiarse plenamente de las mejoras así logradas. El desarrollo de la tecnología de lixiviación en pilas permitió una mejora importante en la eficiencia de los procesos productivos y una ampliación del espectro de minerales aptos para ser procesados económicamente al punto que significó inclusive una ruptura mayor en el paradigma tecnológico vigente. Sin embargo, este desarrollo generó sólo de manera marginal una corriente de exportaciones de tecnología, conocimientos o servicios de consultoría e ingeniería. Las instituciones de fomento aún no apoyan decididamente una internacionalización de empresas privadas nacionales que pueden aportar un acervo de conocimiento acumulado, e incluso existe una serie de trabas a la exportación de servicios tecnológicos.

Al lado de este segmento moderno de empresas mineras transnacionales, grandes inversiones e interesantes ejemplos de innovación tecnológica, se encuentra una cantidad relativamente grande de empresas locales que ofrecen servicios e insumos básicos. Es un segmento que deriva su competitividad de la ventaja más sencilla y menos conducente al desarrollo sustentable: el bajo costo de su mano de obra. Su poder de negociación frente a las grandes empresas es nulo y su importancia estratégica para ellas es reducida. Por lo mismo, se dan situaciones en que la pequeña empresa local ofrece sus servicios sobre la base de su costo de oportunidad. Estas empresas no están en condiciones

de acumular. Su importancia reside en que son fuente de empleo para segmentos de la población de bajos ingresos.

Los casos peruanos estudiados muestran en esencia un panorama similar al de Chile, sobre todo si se define la aglomeración a nivel nacional. Las grandes inversiones, sobre todo privadas, impulsan la competitividad de la Southern Peru Copper Corporation en el sur y Yanacocha en el norte. En estos lugares las empresas mencionadas son las únicas en su categoría, lo que diferencia la situación de la encontrada en el norte de Chile donde existe casi una docena de empresas de esta categoría juntos. Pero la aglomeración más completa estaría en la Sierra Central, en la que el ejemplo de Tamboraque evidencia el potencial de la colaboración para la transferencia y el desarrollo local de tecnologías.

Las diferencias con el caso chileno son de matiz. Probablemente no haya tantos ejemplos todavía de desarrollo local de nuevos conocimientos tecnológicos, como para sustentar que la aglomeración peruana está incursionando a la par con la chilena en la fase innovativa; probablemente son menos las grandes empresas del segmento moderno y proporcionalmente más las empresas locales del segmento tradicional cuya ventaja son los bajos costos. La explicación es seguramente que el clima de inversiones no es o no era tan propicio como el de Chile, sobre todo en términos de estabilidad macroeconómica y política.

Los otros estudios de caso no permiten hablar de aglomeraciones a nivel de país; sólo de la competitividad a nivel del conglomerado en torno a la bauxita en Pará; de la aglomeración Oruro y la miniaglomeración Segovia.

Sin duda, la ventaja competitiva del conglomerado de la bauxita en Pará se debe a las grandes inversiones realizadas tanto en capacidad instalada como en infraestructura de apoyo, en particular energía y transporte. En este caso las inversiones fueron impulsadas desde el gobierno, en colaboración con Japón, y la empresa pública originalmente involucrada. En términos de aglomeración de empresas en torno a la cadena bauxita-aluminio, ésta se reduce a media docena y por consiguiente su contribución a la competitividad de la actividad central parece marginal. Sin embargo, el caso es elocuente por algunos derrames económicos locales y su efecto de aprendizaje en términos de manejo ambiental. El potencial de la aglomeración para desarrollar ventajas competitivas nuevas estaría sobre todo fuera de la cadena productiva central, en el ámbito de la aplicación del conocimiento acumulado sobre el manejo del medio ambiente.

La ventaja competitiva de Oruro era de disponibilidad del estaño y las grandes inversiones realizadas para explotarlo; su historia es interesante para observar qué pasa después de una crisis de la magnitud como la del derrumbe de los precios del estaño. La ventaja competitiva de la aglomeración hoy día se basa en las inversiones realizadas para la modernización tecnológica y reorientación hacia una minería polimetálica, misma que se construyó a partir de las alianzas estratégicas entre algunas empresas locales y grandes empresas transnacionales. El resto de la antigua aglomeración se refugia en formas de gestión que permiten operar a costo prácticamente marginal.

En Segovia hay, estrictamente hablando, una sola empresa competitiva; la ventaja competitiva no reside por tanto en la interacción entre actores en una aglomeración; es la existencia del mineral y la inversión de una empresa. Existen empresas pequeñas en la aglomeración cuya ventaja es su informalidad; les permite evitar ciertos costos de producción que debieran ser incorporados. La interacción puede empezar a dar ciertos frutos cuando las pequeñas empresas se formalicen y tengan un acceso legal al recurso.

4. LECCIONES Y ORIENTACIONES ESTRATÉGICAS

En términos generales, las aglomeraciones mineras en América Latina compiten en mercados de productos estandarizados (*commodities*), sobre las bases de eficiencia

productiva y bajos costos. La minería desarrolla ventajas locales estáticas, sobre todo en la forma de infraestructura especializada, pero desarrolla pocas ventajas locales dinámicas en términos de capacidad innovadora. El derrame financiero de la actividad se da más en las metrópolis dentro o fuera de América Latina que en las economías de las regiones donde se encuentra la fase extractiva. En las aglomeraciones mineras, coexiste un segmento empresarial moderno, poco enraizado en la economía local, que persigue una estrategia de eficiencia, con un segmento empresarial tradicional atrapado en una estrategia de sobrevivencia. La contribución de la minería al desarrollo local es percibido como insuficiente por la comunidad aledaña. El desarrollo y las condiciones locales son de importancia relativa menor para la eficiencia de las empresas mineras modernas. Esto no genera un círculo virtuoso que produce desarrollo.

Se pueden vislumbrar cuatro estrategias para las aglomeraciones mineras en América Latina. Hay una que de antemano se descarta para el caso de la minería, que es la diferenciación del producto; prácticamente por definición, la minería produce *commodities* no diferenciables. La primera de las estrategias posibles se refiere al mejoramiento de las ventajas competitivas de la actividad existente, vale decir potenciar la capacidad local de innovación. La segunda es la elaboración de productos derivados; la tercera es incursionar en la fabricación de bienes de capital para la minería. La última se refiere al fortalecimiento de actividades relacionadas con la minería. Aquí se concluye que una combinación de la primera y la cuarta estrategia es la que ofrece mejores perspectivas. Se debe fortalecer la capacidad local de innovación y aprovechar el dinamismo de la minería para desarrollar competencias en actividades relacionadas pero distintas.

Las grandes empresas del segmento moderno sí tienen una importante capacidad de innovación, sobre todo para mejorar la eficiencia de los procesos productivos. La mayoría, sin embargo, pertenece a conglomerados transnacionales que hacen el esfuerzo de innovación preferentemente en su lugar de origen. El desarrollo de una capacidad innovadora local requiere sobre todo un impulso a las instituciones de formación de recursos humanos y de investigación básica. También es necesario mejorar la disponibilidad de información geológica y ambiental, áreas en que el sector público, por lo general, debe hacer el mayor esfuerzo. El concurso de las grandes empresas a este tipo de estrategia es factible sobre todo si éstas tienen una visión de largo plazo en que, por ejemplo, el manejo ambiental es crucial para su competitividad.

La investigación en el ámbito minero de apoyo a la competitividad de las empresas modernas está particularmente ligada a las características geológicas en los lugares de operación. En este tema debe ser posible vencer la inercia y lograr que las empresas extranjeras hagan o apoyen esfuerzos de investigación en América Latina. Naturalmente, estos esfuerzos se orientarán en primer lugar a encontrar soluciones a los problemas que presenta la particular geografía y geología. El desarrollo de la lixiviación bacteriana y los mineroductos son ejemplos de ello.

Esta trayectoria de mejorar la capacidad innovadora local parece posible y necesaria, pero probablemente no suficiente para combatir la pobreza y promover el crecimiento económico con equidad social en las aglomeraciones mineras. No es una trayectoria en que el segmento tradicional de las aglomeraciones tiene un futuro claro.

La segunda trayectoria es una propuesta de larga data. La idea de promover la producción de manufacturas a partir del mineral en la cercanía de las minas, sin embargo se topa con el problema de que las aglomeraciones mineras se encuentran alejadas de los centros de consumo de productos finales. El mercado doméstico es muchas veces insignificante y los productos se exportan. El problema es en parte el escalonamiento del arancel, con impuestos a la importación generalmente más altos para productos elaborados. Sin embargo, este tema quedó fuera de análisis en los estudios de caso. El análisis se centró en la importancia de las interacciones dentro de las aglomeraciones. En este ámbito, la distancia hacia los centros de consumo final es un impedimento evidente, no sólo en los casos donde los productos se exportan sino también en el caso como el del aluminio en Brasil, donde el producto debe transportarse hacia los centros industriales dentro del país. Los productos de la

minería encuentran una gran cantidad de usos intermedios y finales posibles, significando un problema logístico y una incidencia mayor de los costos de transporte en el caso de la producción local de bienes de mayor valor agregado. En el norte de Chile, a lo más que se aspira es tener localmente la fundición del mineral de cobre. En Segovia existe la propuesta de instalar una industria de joyas de oro, misma que también se topa con la dificultad de una ausencia de tradición artesanal, lejanía y falta de conocimiento de los mercados finales. En síntesis, muchas veces no tiene lógica económica instalar capacidad productiva “aguas abajo” en la cercanía de las minas. Si bien pueden surgir ejemplos puntuales de este tipo de desarrollo, como propuesta estratégica no parece adecuada.

En cuanto al desarrollo de eslabonamientos aguas arriba, los estudios también muestran limitaciones más que potencialidades. En el mundo existen ejemplos de aglomeraciones mineras cuya evolución ha conducido al desarrollo de un sector productor de instrumentos, equipos y maquinaria, para dar respuesta a problemas específicos de la minería o para aumentar la eficiencia de los procesos. El surgimiento de estas aglomeraciones de empresas productoras de bienes de capital para la minería mucho tiene que ver con trayectorias preexistentes de fabricación de maquinaria en general, como argumenta convincentemente el artículo de Chami. Una vez que existan en el mundo aglomeraciones de empresas productoras de bienes de capital, éstas tendrán su dinámica propia de mejoramiento de ventajas competitivas y resulta difícil para países en vías de desarrollo entrar en esta competencia.

Una de las lecciones importantes de esta serie de estudios de caso es que se requiere analizar con mucho más detenimiento la cuarta trayectoria posible, es decir el mejoramiento de las ventajas de las aglomeraciones aprovechando las relaciones intersectoriales. Hay en América Latina una tradición de analizar solamente la cadena de transformación física de los recursos naturales, que deja fuera de análisis la importancia de los servicios a la minería y las aplicaciones potenciales que éstos puedan tener en otras actividades productivas. Hay servicios que son cruciales para la competitividad del sector moderno de las aglomeraciones mineras y también hay servicios que son importantes desde el punto de vista de generación de empleo y derrame financiero local. El concurso de las grandes empresas mineras a este tipo de estrategia de desarrollo es factible sobre todo si éstas tienen una visión de largo plazo en que el manejo ambiental y el impacto en el desarrollo local son elementos esenciales para la competitividad sostenible.

Tal vez el área de mayor importancia para la competitividad sostenible de la minería moderna es la de los servicios de manejo ambiental. Las condiciones locales son de importancia crucial en esta materia y prácticamente en todos los casos se requiere el desarrollo de soluciones específicas. El aprendizaje logrado a través de estos servicios ambientales a la minería tiene aplicaciones directas en otras actividades económicas locales y pueden constituirse ellos mismos en actividades competitivas internacionalmente. Los ejemplos que se han visto en los distintos estudios de caso tienen referencia, por ejemplo, a la reforestación de la selva amazónica, el manejo de agua en zonas desérticas y el reciclaje de residuos. Otros ejemplos de relaciones intersectoriales se dan a partir del conocimiento geológico a través de la minería y la apertura de zonas remotas que pueden tener impactos favorables, por ejemplo en el turismo de intereses especiales.

Mientras que el desarrollo de eslabones aguas arriba y aguas abajo en la cadena de transformación física de los minerales presenta más limitaciones que oportunidades, el desarrollo de eslabones laterales a través de potenciar los servicios a la minería, por ejemplo en el tema de manejo ambiental, presenta oportunidades aún poco exploradas. Contrario a lo que comúnmente se piensa en América Latina, las consecuencias del fortalecimiento de las aglomeraciones en este sentido no se traducirá, en primer lugar, en una mayor integración de la cadena física de transformación de la materia prima. No surgirá en primera instancia una industria proveedora de bienes de capital o una industria procesadora del mineral refinado. Se plasmará primero en el aumento del componente local en los servicios de alto valor como ingeniería y consultorías diversas. Es más probable que el aumento del componente local de servicios de investigación y desarrollo produzca una mayor capacidad de producción de equipos y maquinaria que viceversa.

La heterogeneidad en las aglomeraciones mineras en América Latina presenta, sin embargo, un serio obstáculo al fortalecimiento de relaciones de colaboración y subcontratación. La existencia de dos o más lógicas empresariales distintas en cada aglomeración dificulta la articulación de una visión estratégica compartida. El segmento moderno se vincula a cadenas globales de producción, sean las empresas de capital nacional, extranjero o inclusive público. Su estrategia es lograr mayor eficiencia a través de la reducción de costos. El segmento de empresas menores, de capital nacional y local, con capacidades tecnológicas y financieras menores, adopta una estrategia de sobrevivencia.

Las relaciones entre ambos segmentos son problemáticas. El segmento moderno ostenta un poder de negociación mayor y esto resulta en una tasa de retorno mínima del segmento de sobrevivencia. Inclusive existen anécdotas de abuso del poder de negociación y otras irregularidades. En esta situación, relaciones de confianza son muy difíciles de construir.

Para producir un patrón de desarrollo local sostenible a partir de la extracción de minerales en América Latina, se requiere el concurso de todos los actores. Las empresas líderes deben trabajar con una visión estratégica de largo plazo en que su desempeño ambiental y su contribución al mejoramiento de las condiciones sociales sean componentes esenciales de su competitividad sostenible. A su vez, las empresas locales necesitan aprovechar las posibilidades que ofrece la minería para desarrollar competencias que puedan tener aplicaciones también fuera de la minería. Instituciones académicas locales deben producir el capital humano y la capacidad de investigación para ello. Es labor del conjunto construir una autoridad pública local competente que pueda garantizar una interacción constructiva en el marco de una visión estratégica compartida.

BIBLIOGRAFÍA

- Advisory Committee on Procurement Policies and Industrial Benefits (1982), *Procurement Policy in Canada: Emerging Trends and their Impact on the Mining Industry*, Mining Association of Canada, enero.
- Aldunate, Rafael (1997), *Guide to the Chilean Business Environment*, Santiago.
- Alunorte (1993), Estudo de Viabilidade da Alumina do Norte do Brasil S.A., Rio de Janeiro.
- Altamirano, N. (2000), Essays on mining countries: Dutch Disease, Development and Copper Markets, tesis inéditas, University of California, San Diego
- Aquino, T. C. N. de y J. Britto (1990), 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.
- Aroca (2000) "Diversification and Development in Local Economies Based on the Mining Sector: the Case of Region II in Chile". Documento de trabajo, Instituto de Economía Aplicada Regional (Idear), Facultad de Economía y Administración, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Asociación Nacional de Mineros Medianos (2000), *Memoria e Informe Anual 1999*, La Paz, Bolivia.
- Associação Brasileira de Alumínio – Abal (1997), *Anuário Estatístico*.
- ____ (1998), *Anuário Estatístico*.
- ____ (1999), Termo de Referência da Indústria do Alumínio – Programa Especial de Exportação, Setor de Metais Não Ferrosos – Alumínio.
- Becker, David G. (1983), *The New Bourgeoisie and the Limits of Dependency: Mining, Class and Power in "Revolutionary" Peru*. Princeton: Princeton University Press.

- Bergman, E. y E. Feser (1999), *Industry and Regional Clusters: Concepts and Comparative Applications* Regional Research Institute West Virginia University, USA.
- BHP/L.E.K. Joint Analysis (1999) *Industry Attractiveness Assessment - Copper*.
- BNDES (1995), “Alumínio – Mercado de Chapas e de Latas para Bebidas, Área de Operações Industriais 2”, *Gerência Setorial de mineração e Metalurgia*, No. 5.
- ____ (1998), “Impacto da Crise Asiática no Mercado de Alumínio, Informe Setorial Mineração e Metalurgia”, No. 18, Área de Operações industriais 2, *Gerência Setorial* 3.
- ____ (1999), “A Indústria do Alumínio – Desempenho Recente e Perspectivas, Informe Setorial Mineração e Metalurgia, No. 25”, Área de Operações industriais 2, *Gerência Setorial* 3.
- Bondar, Clegg (2000), *Schedule of Fees*, US Funds, Oruro, Bolivia.
- Britto, J. (1993), A Competitividade da indústria do alumínio, Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira: notas técnicas do complexo metal-metalúrgico, mimeo, Campinas.
- Brundenius, Claes (1975), “The anatomy of imperialism: the case of the multinational mining corporations in Peru”. En *Natural Resources and National Welfare: The Case of Copper*, edited by A. Seidman. Nueva York: Praeger Publishers.
- Bustos, M y V. Franco (1994), “Caracterización de los encadenamientos industriales y base de competitividad de las empresas subcontratistas del área metalmecánica en la ciudad de Antofagasta”. Tesis, Ingeniería Comercial, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Camese (Canadian Association of Mining Equipment and Services for Export) (2000), *Camese Compendium of Canadian Mining Suppliers, 2000-2001*, Markham, Ontario.
- Campero, F. et al. (1999), Bolivia en el siglo XX, La Formación de la Bolivia Contemporánea, La Paz.
- Canadian Intergovernmental Working Group on the Mineral Industry (1999a), *Overview of Trends in Canadian Mineral Exploration, 1999*, Ottawa, Natural Resources Canada.
- ____ (1999b), *Overview of Trends in Canadian Mineral Exploration, 1996*, Ottawa, Natural Resources Canada.
- Canadian Miner*, varios números (<http://www.canadianminer.com/>).
- Canadian Mining Journal*, varios números (<http://www.canadianminingjournal.com/>).
- Cárdenas Cartagena, Luz Estela (1998), Diagnóstico y propuestas de trabajo de las pequeñas plantas de beneficio o “entables mineros” y compras de oro. Corantioquia, regional del Nordeste – Vegachí. Febrero-mayo.
- CCC (Canadian Commercial Corporation) (2000), “CCC’s Annual Report, 1999-2000” (<http://www.ccc.ca>).
- CDDA (Canadian Diamond Drilling Association) (2000), “Canadian Diamond Driller” (<http://www.canadiandrilling.com>).
- CDP - (Corporación de Desarrollo Productivo) (1996), *Memoria Annual*, Antofagasta, Chile.
- ____ (1999), “Planificación estratégica para el uso de FNDR Fomento Productivo”, Presentación de proyecto, Antofagasta, Chile.
- CEAA (Canadian Environmental Assessment Agency) (1999), “Comprehensive Study Report: Diavik Diamonds Project”, junio (<http://www.ceaa.gc.ca/comps/diavik/csr.htm>).
- Cepal (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (1985), “El desarrollo de las industrias de bienes de capital en América Latina”, documento preparado para el Proyecto PNUD/Cepal-Onudi (RLA/77/015) “La situación actual y las perspectivas del abastecimiento y la producción de bienes de capital en América Latina”, Santiago de Chile, julio.
- Centro de Estudios Minería y Desarrollo (1990), *Desempeño y colapso de la minería nacionalizada en Bolivia*, Corcel, La Paz, Bolivia.
- Comibol (1986), *Empresa Minera Huanuni*, Informe anual.

- Comisión Chilena del Cobre (1999), Boletín Estadístico Mensual: precios, producción y exportaciones de cobre, Santiago.
- Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana (CEUB) (1999), Estadísticas de la Universidad Bolivariana, La Paz, Bolivia.
- Consultative Task Force on Industrial and Regional Benefits from Major Canadian Projects (1981), *Major Canadian Projects: Major Canadian Opportunities*, junio.
- Contreras E., Manuel C., y Pacheco T., Mario Napoleón (1989), *Biblioteca Minera, Medio Siglo de Minería Mediana en Bolivia, 1939-1989*, Biblioteca Minera, La Paz, Bolivia.
- Corporación Nacional del Cobre (1990-1998), *Memorias anuales - Codelco*, Santiago, Chile.
- Cortázar, G. y Casassus J. (1998), "Optimal Timing of a Mine Expansion: Implementing a Real Options Model", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 38, Special Issue.
- Crowson, Phillip (1997), "Mining during the next 25 years: issues and challenges". *Natural Resources Forum* 21 (4):231-238.
- Dávila, Óscar (1999), *Espirales de viento*, Muela del Diablo Editores, La Paz, Bolivia.
- Davis, G. (1995), "Learning to Love the Dutch Disease: Evidence from the Mineral Economies", *World Development* Vol. 23, No. 10.
- De la Mothe, J. y P. Gilles (1998), *Local and Regional Systems of Innovation*, Kluwer Publishers, Boston.
- Department of Industry Trade and Commerce (1982), "A Profile of the Mine Machinery and Equipment Sector of Canada", Ottawa, marzo, inédito.
- Department of Regional Industrial Expansion (1987), *Canadian Mining Equipment and Services*, Ottawa, *Ministry of Supply and Services*.
- DFAIT (Ministerio de Asuntos Exteriores y Comercio Internacional) (2000), *The Mining Market in Mexico*, Ottawa, Market Research Centre, marzo.
- _____ (1994), *Directory of Canadian Exporters: Mining Equipment and Services*, Ottawa.
- Domic, Esteban (1977), "Proyecto minero Lo Aguirre: nueva tecnología para el cobre", presentación en la Sesión 2574 del Rotary Club de Santiago, Santiago, 2 de febrero.
- _____ (1998), Chilean Projects in Copper Hydrometallurgy in the 1990's: A Review and Update, *Latin American Perspectives: Exploration, Mining, and Processing*, Publicado por the Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., págs. 203-215.
- Dore, Elizabeth (1988), *The Peruvian Mining Industry: Growth, Stagnation and Crisis*. Editado por A. Zimbalist, Political Economy and Economic Development in Latin America. Boulder y Londres: Westview Press.
- Drejer, I., F. Kristensen y K. Laursen (1997), "Studies of Clusters as a basis for industrial and technology policy in the Danish Economy", documento presentado en el taller de la OCDE sobre "cluster analysis and cluster-based policies", Amsterdam, 10-11 octubre 1997.
- Dungan, P. (1997), *Rock Solid: The Impact of the Mining and Primary Metals Industries on the Canadian Economy*, Toronto, University of Toronto Press.
- Dyer, J., D.S. Cho and W. Chu (1998), "Strategic Supplier Segmentation: The Next 'Best Practice' in Supply Chain Management". *California Management Review*, Vol. 40, No. 2.
- Elliot, N. (1998), "Supply Side Adds to Mining Woes from Plunging Demand" (Market Week) *Barrons* September.
- Empresa Ferroviaria Andina S. A. (FCA S.A.) (1999), *Memoria Anual de 1998*, Oruro, Bolivia.
- Energy, Mines and Resources Canada (1987), *The Mineral and Metal Policy of the Government of Canada*, Ottawa.
- _____ (1982), *Mineral Policy: A Discussion Paper*, Ottawa, diciembre.
- Engineering and Mining Journal* (2000), "2000 Project Survey", enero.
- Enright, M.J. (1999), "Regional Clusters and Multinationals - Independence, Dependence or Interdependence? *International Studies of Management and Organisation*.

- _____ (1998), "Regional Clusters and Firm Strategy". In A. D. Chandler, Jr, Ö. Sölvell, and P. Hagström (eds.), *The Dynamic Firm: The Role of Technology, Strategy, Organization, and Regions*. Oxford: Oxford University Press.
- _____ (1996), "Regional Clusters and Economic Development: A Research Agenda" in U. Staber, N. Schaefer & B. Sharma (Eds) *Business Networks: Prospects for Regional Development* Walter de Gruyter: Nueva York.
- Export Development Corporation (2000), "1999 Annual Report. Creating Capacity" (<http://www.edc-see.ca/>).
- Facultad Nacional de Ingeniería (FNI) (1998), Universidad Técnica de Oruro (UTO), *Guía de Estudios 1998*, Oruro, Bolivia.
- Fajnzylber, F. (1990), *Industrialización en América Latina: de la "Caja Negra" al "Casillero Vacío"*, Cuaderno 60, Cepal.
- Flury, Hans (1999), "La coyuntura de América para la minería: el Perú", Exposición en el Primer Foro de Minerales PECC, Lima, abril.
- Gavin, M. y R. Hausman (1998), "Nature, Development and Distribution in Latin America: Evidence on the Role of Geography, Climate and Natural Resources", IDB, Office of the Chief Economist Working Paper 378.
- Geological Survey of Canada (2000), "Canadian Geographic Online" (<http://www.nrcan.gc.ca/gsc>).
- Gobierno de Canadá (1996), *The Minerals and Metals Policy of the Government of Canada*, Ottawa.
- Gonzales de Olarte, Efraín (1988), *Economías regionales del Perú*, Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Gruttner, E., M. Bustos y A. González (1998), "Encadenamientos productivos y desarrollo de proveedores: el caso de la II Región de Chile" Informe de Proyecto, CDP Antofagasta, Chile.
- Hirschman, A. (1957), *The Strategy of Economic Development*, New Haven, Yale University Press.
- _____ (1977), "A generalized linkage approach to development with special reference to staples", *Essays on Economic Development and Cultural Change in honor of Bert Hoselitz*, Vol. 25, supplement, University of Chicago Press, Chicago.
- _____ (1987), "Linkages", en: J. Eatwell, M. Milgate y P. Newman (eds.), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, Londres: McMillan.
- Humphrey, John y Hubert Schmitz (1995), *Principles for promoting clusters and networks of SMEs*. Vienna: Unido.
- Humphrey, J. y H. Schmitz (2000), "Governance and Upgrading: Linking Industrial Cluster and Global Value Chain Research", documento de trabajo 120, Institute for Development Studies, Brighton, Reino Unido.
- IDEM (1992), *La inversión extranjera en la minería: un estudio comparativo*. Lima, Instituto de Estudios Económicos Mineros.
- Indacochea, Alejandro, Beatrice Avolio, Luis Bedoya, Javier Carrillo, Genero Negrón, Luis Sánchez y Miguel Santillana (1998), *Cajamarca competitiva*. Lima, Saywa Ediciones SRL.
- Ingeniería de Minas, Facultad Nacional de Ingeniería (FNI) (2000), Universidad Técnica de Oruro (UTO), Boletín 2000, Oruro – Bolivia.
- Ingeniería Metalúrgica y Ciencias de Materiales, Facultad Nacional de Ingeniería (FNI) (1999), Universidad Técnica de Oruro (UTO), Boletín 1999, Oruro – Bolivia.
- _____ (1999), Universidad Técnica de Oruro (UTO), *Revista Metalúrgica*, 25 años de publicación, 1974–1999, Oruro – Bolivia.
- _____ (1998), Universidad Técnica de Oruro (UTO), *Revista Metalúrgica* No. 18, Oruro – Bolivia.
- Instituto de Aprendizaje Industrial (IAI) (1999), *Perfiles profesionales 1999*, Oruro, Bolivia.
- Instituto de Estudios Colombianos (IEC) (1987). *El oro en Colombia*. Bogotá.
- Instituto de Estudios Económicos Mineros (IDEM) (1991), *La importancia económica de la minería en Perú*, Libro 5, Lima, enero.

- Instituto de Ingenieros de Mina de Chile (1994-1998), *Revista Minerales*, Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (1993), Censo Nacional de Población y Vivienda 1992, La Paz, Bolivia.
- ____ (1998), *Cuentas Regionales 1988-1996*, La Paz, Bolivia.
- ____ (2000), *Anuario Estadístico 1999*, La Paz, Bolivia.
- ____ (1997), *Tabla Insumo-Producto 1990*, Lima, INEI, 1997.
- Intergovernmental Working Group on the Mineral Industry (1993a), *Canada's Environmental Regulatory Systems: Current Issues*, Ottawa, Natural Resources Canada.
- ____ (1993b), *Duplication and Overlap in Environmental Protection Regulations in Canada*, Ottawa, Natural Resources Canada.
- ____ (1993c), *Final Report on Environmental Regulatory Concerns*, Ottawa, Natural Resources Canada.
- International Trade Center (1997), PC-TAS, Ginebra.
- Jacobs, D. y A. de Man (1997), Clusters, industrial policy and firm strategy, documento presentado al taller de la OCDE sobre análisis y políticas de cluster, Amsterdam.
- Katz, J., J. Cáceres y K. Cárdenas (2000), Instituciones y tecnología en el desarrollo evolutivo de la industria minera chilena, Cepal, Serie *Reformas Económicas* No. 53, Santiago.
- Kettle, P (1999), "The Financial Performance of the Copper Industry: Some comparisons" en: G.A. Eltringham, N.L. Piret (Eds) *Proceedings of Copper 99, International Conference Vol 1 Plenary Lectures*.
- Kraljic, P. (1983), Purchasing Must Become Supply Management, Harvard Business Review.
- Krause, D. and R. Handfield (1999), "Developing a World-Class Supply Base" *Focus Study Center for Advanced Purchasing Studies*, Arizona.
- Lagos, G. (1997), "Developing national mining policies in Chile: 1974-96", *Resources Policy* Vol. 23, No. 1-2, págs. 51-69, Elsevier Science Ltd., Gran Bretaña.
- Lane, C. y R. Bachmann (1997), "Co-operation in inter-firm relations in Britain and Germany: the role of social institutions" *British Journal of Sociology* Vol. 48, No. 2, pág. 233.
- Lexpert (2000), "Mining (Finance and Development)", *Canadian Legal Expert Directory, 2000* (<http://www.lexpert.ca/areas/mining.html>).
- Lundvall, B y S. Borrás (1997), "The Globalising Learning Economy: Implications for innovation policy", *TSER report for the Commission of the European Union*.
- Machinery and Equipment Manufacturers of Canada (<http://www.memac.org>).
- Major Projects Task Force on Major Capital Projects to the Year 2000 (1981), *Major Canadian Projects; Major Canadian Opportunities*, Ottawa, junio.
- Markusen, A. (1999), "Fuzzy Concepts, Scanty Evidence, Policy Distance: The Case for Rigour and Policy Relevance in Critical Regional Studies", *Regional Studies* Vol. 33.9.
- Marshall, A. (1890), *Principles of Economics*, MacMillan and Co., Londres.
- Maskell, P. *et al.* (1998), *Competitiveness, Localised Learning and Regional Development specialisation and prosperity in small open economies*, Routledge, Londres.
- Meyanathan, S. (Ed) (1994), "Industrial Structures and the Development of Small and Medium Enterprise Linkages". *EDI Seminar Series* Economic Development Institute, World Bank: Washington, D.C.
- Minas y Petróleo (1998), "Oro del Perú". *Minas y Petróleo*, 7 de mayo, 26.
- ____ (1999), "Tamboraque: el oro estrena bacterias e inicia biolixiviación en el país". *Minas y Petróleo*, 25 de marzo, 8-9, 10, 15.
- Minera Escondida Ltd. (2000), "Minera Escondida in Region II & Chile: Economic and Social Effects 1991-1999", *Department Report*. Department of External Affairs, Antofagasta Chile.
- Mineração Rio do Norte (1998), *Environment Report, Reforestation*, Edição Semestral, No. 0.
- ____ (1999), *Environment Report, Tailing Ponds Revegetation*, Edição No. 1.

- Minería Chilena (1986a), Lixiviación TL de sulfuros con bacterias.
- _____ (1986b), Sociedad Minera Pudahuel incorpora lixiviación bacteriana a su proceso TL.
- _____ (1998), *Compendio de la Minería Chilena*.
- Mining Magazine (2000), enero.
- Ministerio de Desarrollo Económico, Viceministerio de Minería y Metalurgia (1999), *Anuario Estadístico 1980-1998*, La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Economía: Unidad Regional (1998), *Región de Antofagasta* Santiago.
- Ministerio de Economía - Sence (1999), “Informe final del estudio Evaluación Económica de la Franquicia Tributaria para la Inversión en Capacitación en la Empresa”, *Geo Consultores*, Santiago.
- Ministerio de Minería (1991), *Anales del primer taller de investigación y desarrollo tecnológico en la minería chilena*, termas de Cauquenes, Rancagua.
- _____ (1993), *II Taller de tecnología en minería*, editor Iván Valenzuela, Santiago.
- _____ (1998), *Chile país minero*, Santiago, mayo.
- Natural Resources Canada (2000), *Canadian Suppliers of Mining Goods and Services*, Ottawa: septiembre.
- _____ (1999), *Canadian Minerals Yearbook 1998*, Ottawa.
- _____ (1997), *Sustainable Development of Minerals and Metals*, Ottawa.
- _____ (1996), *Canada's Mining Industry: A Global Perspective*, Ottawa.
- Nazer, R. (1993), “Capitalismo, minería y empresarios: el caso de José Tomás Urmeneta (1808-1878)”, *Thesis*, Universidad Católica, Santiago Chile.
- North, D. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge University Press: Cambridge UK.
- Pascó-Font, A. (1995), La administración de los ingresos por exportaciones mineras en Bolivia, Chile y Perú, Grade, Lima.
- Pavitt K. (1984), *Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory*, *Research Policy* 13, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Perspectiva Minera (2000), Suplemento Periódico *La Patria*, Oruro, 19 de julio.
- Piñera, J. (1986), “La ley minera”, *Estudios Públicos* N° 21, Centro de Estudios Públicos, Santiago.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Nueva York, The Free Press.
- _____ (1998), “Clusters and the new economics of competition”. *Harvard Business Review* (noviembre-diciembre):77-90.
- PREALC, (Programa Regional de Empleo para América Latina y el Caribe) (1989), “Desarrollo de encadenamientos productivos en torno al abastecimiento de la actividad minera”, *Working Paper*, No. 330, Santiago, Chile.
- Preble, Charles (1999), “Mining Sector: Contributing to the Economic Development of Peru”, Exposición en el Primer Foro de Minerales PECC, Lima, abril.
- _____ (1999a), “El desarrollo en el sur del Perú: realidad y desafíos”, Exposición en el Seminario del Centro Peruano de Estudios Internacionales, Lima, abril.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (1988), “*Desarrollo de procesos biológicos y su aplicación industrial en la lixiviación bacteriana de minerales chilenos – II Fase*”, Documento de proyecto, Santiago, mimeo.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (1998), *Desarrollo humano en Bolivia*, PNUD, La Paz, Bolivia.
- Programa EVI (Evaluación Impacto Regional) (1998), Facultad de Economía y Administración y el Instituto de Economía Aplicada Regional (Idear), Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Prospectors and Developers Association of Canada (<http://www.pdac.ca>).

- Ramos, J. (1998), "Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos en torno a los recursos naturales", *Revista de la Cepal*, N° 66 (LC/G.2049-P), Santiago de Chile, diciembre.
- Revista *Minería Chilena* (1994 - 1998), Editec, Santiago, Chile.
- Revista *Latinominería* (1995 -1998), G & T International, Santiago, Chile.
- Roelandt, T. y P. den Hertog (1997), "Mapping Innovative Clusters" – Propuesta de investigación y documento de discusión presentado en el taller de la OCDE sobre "cluster analysis and cluster-based policies", Amsterdam, 10-11 octubre.
- Saarinen, Oiva (1992), "Creating a sustainable community: the Sudbury case study", *At the End of the Shift, Mines and Single-Industry Towns in Northern Ontario*, Matt Bray and Ashley Thomson (comps.), Toronto, Dundurn Press Ltd.
- Sachs, J. y A. Warner (1995), "Natural Resource Abundance and Economic Growth", Documento de discusión sobre desarrollo 517a, Harvard Institute for International Development.
- Sánchez, W. (1998), "Inversiones en minería y proyectos al año 2007". *Informativo mensual de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía*, 14-21.
- Schmitz, H. (1995), "Small shoemakers and Fordist giants: tale of a supercluster". *World Development* 23 (1):9-28.
- ____ (1997), *Collective efficiency and increasing returns*. Brighton: Institute of Development Studies.
- Secofi (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial) (1999), *Mexican Mining Industry Report, 1998*. Edición 1999, México, D.F.
- Seinfeld, J. et al. (1998), *Introducción a la economía de recursos naturales y del medio ambiente*, Serie Apuntes de Estudio, Lima, Centro de Investigación Universidad del Pacífico.
- SENCE (Servicio Nacional de Capacitación y Empleo) e Idear (Instituto de Economía Aplicada Regional) (1998), "Diagnóstico de necesidades de mano de obra en las empresas productivas y de servicios de las comunas de Antofagasta, Calama, Tocopilla y Taltal de la Región de Antofagasta. Dirección Regional, Sence -Antofagasta, Chile.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (1990-1998), *Anuario de la minería de Chile*, Santiago.
- Sociedad Nacional de Minería y Petróleo (1996), "Indicadores Económicos". *Informativo mensual de la Sociedad Nacional de Minería y Petróleo*.
- Sonami (1983), *Cien años de minería en Chile*, Santiago.
- ____ (1996), *Chile: balance social de la minería privada*, Santiago.
- Spectro-lab, Universidad Técnica de Oruro (UTO), *Tarifario*, Oruro, Bolivia.
- SQM S.A. (1988-1998), *Memorias anuales*, Santiago.
- Superintendencia de Electricidad (1997), *Anuario Estadístico 1996-1997*, La Paz, Bolivia.
- ____ (1999), *Memoria Anual 1998*, La Paz, Bolivia.
- The Northern Miner*, varios números, Don Mills, Ontario.
- The Prospector: Investment and Exploration News*, varios números, Vancouver, British Columbia.
- Thorp, R., y G. Bertram (1978), *Peru 1890-1977: Growth and Policy in an Open Economy*. Nueva York: Columbia University Press.
- Van Dijk, M. and R. Rabellotti (1997), *Enterprise Clusters and Networks* Frank Cass & Co. Ltd: Londres.
- Vial, F. y otros (1994), "Diagnóstico y prognosis de empresas contratistas y subcontratistas de las áreas metalmeccánica y servicios auxiliares de la II región". Proyecto de Investigación, Instituto de Economía Regional Aplicada (Idear) Facultad de Economía y Administración, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Visser, E.J. (1997), "The Significance of Spatial Clustering: External Economies in the Peruvian Small-Scale Clothing Industry" in Van Dijk, M and R. Rabellotti, R (*op. cit.*).
- Von Hippel, E. (1987), "Co-operation between rivals: information know-how trading" *Research Policy*, Vol. 16.

Watts, C. and C. Hahn (1993), "Supplier Development Programs: An Empirical Analysis", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 29, No. 2.

Webb, R. y G. Fernández-Baca (1997), *Perú en números: 1997. Anuario Estadístico*, Cuánto S.A., Lima.

Wokitell, R. (1960), *Compilación de los estudios geológicos oficiales en Colombia*. Tomo X, Bogotá.

Página intencionalmente en blanco.

SOBRE LOS AUTORES

JORGE BECKEL es ingeniero civil mecánico, Universidad Técnica de Munich (1956) y Universidad de Chile (1968); fue investigador del Battelle Memorial Institute de Columbus, Ohio; ha hecho consultoría en desarrollo productivo e industrial para empresas, instituciones privadas y organizaciones gubernamentales en Europa Occidental; fue asesor regional de la Onudi en industrias mecánicas y funcionario de la División de Industria y Tecnología de la Cepal. Actualmente es consultor en desarrollo de proyectos industriales, innovación tecnológica e ingeniería ambiental y miembro de las comisiones de Investigación y Desarrollo y del Medio Ambiente del Colegio de Ingenieros de Chile A.G. y de la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI).

RUDOLF M. BUITELAAR es oficial de Desarrollo Industrial de la Unidad de Industria y Tecnología, División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Cepal. Es de nacionalidad holandesa y tiene una maestría en Economía de Desarrollo de la Universidad Libre de Amsterdam. Su especialidad es el análisis de competitividad y de políticas de desarrollo empresarial en América Latina.

JAIME CÁCERES es máster en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Católica de Chile. Trabajó en el sector minero chileno por más de 12 años en el desarrollo de nuevas tecnologías, nuevos procesos productivos y nuevos productos. Ha tenido a su cargo la gestión de proyectos de inversión mineros. Actualmente se desempeña como gerente de Operaciones de una empresa internacional del área de la construcción.

JORGE E. COCK es economista de la Universidad de Antioquia (1964) con diplomas del Instituto de Estudios Sociales de La Haya (1969) y del Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial (1980). Sus especialidades son los temas de energía, transportes, minería y asuntos institucionales. Ocupó, entre otros cargos relevantes en los sectores público y privado, el de ministro de Minas y Energía de Colombia (1994-1995). Actualmente es consultor independiente y presidente de la Asociación Colombiana de Mineros, con dedicación compartida.

MALAIKA CULVERWELL es candidata a doctor del Judge Institute of Management Studies de la Universidad de Cambridge en Inglaterra y ha trabajado como investigadora asociada en Idear (Instituto de Economía Aplicada Regional, Antofagasta, Chile). Ella se especializa en temas de manejo de cadenas de proveedores, responsabilidad social de empresas y desarrollo de pequeñas empresas.

JORGE CHAMI BATISTA es profesor asociado de Economía Internacional y de Economía de Brasil en el Instituto de Economía de la Universidad Federal de Rio de Janeiro. Tiene un doctorado de la Universidad de Cambridge (1989). Fue secretario de Comercio Exterior (1994).

ISMAEL FRANCO VARGAS nació en Corocoro, Bolivia, en 1960. Es economista de la Universidad de San Andrés en Bolivia y obtuvo su maestría en el Centro de Estudios Macroeconómicos en Buenos Aires, Argentina. Actualmente es catedrático en desarrollo económico, microeconomía y econometría en la Escuela Militar de Ingeniería, La Paz. También es consultor de empresas privadas e instituciones multilaterales.

JORGE KATZ nació en Buenos Aires en 1940. Es licenciado en Economía Política de la Universidad de Buenos Aires y tiene un doctorado en Economía Política del Balliol y Nuffield College de la Universidad de Oxford en Inglaterra. Su disertación sobre “Funciones de producción, inversión extranjera y crecimiento” fue publicado por North Holland Publishing Company en 1969. Ha sido profesor titular de Economía Industrial en la Universidad de Buenos Aires (1968-1992) y profesor de cursos de posgrado en Tecnología e Innovación en la Universidad de Chile. Ocupa en la actualidad el cargo de director de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Cepal.

JUANA KURAMOTO, economista, investigadora asociada del Grupo de Análisis para el Desarrollo (Grade). Máster en Ciencias en Políticas Públicas de la Universidad Carnegie Mellon University, Pittsburgh; y candidata a doctor en Política Tecnológica y de Innovación de la Universidad de Maastricht, Países Bajos. La señora Kuramoto tiene amplia experiencia en la investigación de temas mineros tales como los encadenamientos productivos y comerciales generados entre la minería y el resto de los sectores; el cambio tecnológico en la industria minera y en la minería artesanal. Asimismo, la investigadora ha trabajado en temas sobre innovación tecnológica en países en desarrollo.

FERNANDO LOAYZA es economista y tiene un PhD en políticas de ciencia, tecnología y medio ambiente (Universidad de Sussex, Reino Unido). Cuenta con una amplia experiencia en el sector minero como investigador, hacedor de políticas y consultor nacional e internacional. Entre 1995 y 1997 fue subsecretario nacional de Minería y Metalurgia. Actualmente es el principal ejecutivo de Servicios Ambientales S.A., empresa boliviana dedicada al desarrollo de proyectos y consultoría en medio ambiente y recursos naturales. Asimismo, es director académico de la maestría en Proyectos para el Desarrollo de la Universidad Andina Simón Bolívar, sede La Paz.

ARCHIBALD R. M. RITTER es profesor de Economía y Asuntos Internacionales y jefe del Departamento de Economía de la Universidad de Carleton en Ottawa, Canadá. Ha escrito extensamente sobre temas relacionados con la minería en el sistema internacional así como sobre temas de desarrollo, generalmente en el contexto de América Latina, con énfasis en la experiencia de Cuba. Ha vivido y trabajado fuera de Canadá en Kenya, Tanzania, Chile y Cuba.

JORGE TORRES ZORRILLA tiene un PhD de la Universidad de California Berkeley. Es de nacionalidad peruana y sus áreas de especialización son Economía Internacional, y Economía Agrícola y de Recursos Naturales. Ha sido director de Investigaciones del Instituto Nacional de Planificación en Lima y funcionario internacional de la Junta del Acuerdo de Cartagena en Lima, de la División de Comercio Internacional de la Cepal y del Instituto Interamericano de Cooperación en Agricultura, IICA; especialista sectorial del Banco Interamericano de Desarrollo en Ecuador y Colombia; profesor e investigador asociado del Departamento de Economía de la Universidad del Pacífico en Lima. Es

autor de *Estructura Económica en Perú* (1979) y *Modernización de la agricultura y recursos en Latinoamérica* (1994).

WILFREDO LÓPEZ P. es gerente de Operaciones de la Frontino Gold Mines Ltda.

Esta edición se terminó de imprimir en noviembre de 2001.

Publicado por ALFOMEGA S.A.

Transversal 24 No. 40-44, Bogotá, Colombia.

La impresión y encuadernación se realizaron en
Quebecor World Bogotá.