

Comisión Chilena del Cobre
Dirección de Estudios

**OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS PARA
PROVEEDORES DE BIENES, INSUMOS Y
SERVICIOS MINEROS EN CHILE**

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	4
1 INTRODUCCION	5
2 DEMANDA DE BIENES E INSUMOS Y LA INDUSTRIA PROVEEDORA DE LA MINERÍA	6
2.1 Análisis de bienes e insumos importados.....	7
Principales partidas de importación	7
Países de origen de las importaciones	9
2.2 Exportación de empresas proveedoras locales	11
3 EL SECTOR SERVICIOS EN LA MINERÍA	13
3.1 Clasificación de servicios	13
3.2 Servicios de ingeniería y consultoría	14
3.3 Servicios de construcción y montaje	17
3.4 Servicios generales y mantención	19
4 PROYECCIONES DE DEMANDA DE BIENES, INSUMOS Y SERVICIOS PARA LA MINERÍA DEL COBRE	21
4.1 Metodología utilizada en la estimación.....	21
4.2 Proyección de la producción de cobre.....	22
4.3 Mineral a procesar.....	23
4.4 Reactivos e insumos de flotación	24
4.5 Reactivos e insumos para procesos hidrometalúrgicos.....	25
4.6 Demanda por bienes de capital: Equipos mineros	27
4.7 Neumáticos	31
4.8 Explosivos	32
4.9 Proyección de gastos en servicios mineros.....	32
4.10 Síntesis de resultados	33
5 NUEVOS MERCADOS Y NECESIDADES DE LAS EMPRESAS MINERAS	35
5.1 Oportunidades de negocios en otros países de América Latina	35
5.2 Oportunidades de negocios en otros ámbitos de la minería chilena ...	36
5.3 Tecnologías de la Información y Comunicaciones en minería	39
6 REFLEXIONES FINALES.....	45
BIBLIOGRAFIA	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Metodología de proyección de la demanda.....	22
---	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Gastos operacionales de la Gran Minería	6
Tabla 2. Importaciones de bienes e insumos mineros (Mill. US\$ CIF- 2006)	8
Tabla 3.Agrupación de bienes e insumos mineros importados	9
Tabla 4.Exportaciones sector proveedores mineros 2000-2006 (US\$-FOB)	12
Tabla 5.Categorización de servicios mineros	14

Tabla 6.Categorización de empresas de ingeniería por nivel de ventas	15
Tabla 7.Grandes proyectos de la ingeniería	15
Tabla 8.Propuestas para internacionalización de servicios de ingeniería	16
Tabla 9.Categorización de empresas de construcción por nivel de ventas	17
Tabla 10.Contrataciones mayores de CODELCO en el área de servicios	19
Tabla 11.Parámetros metalúrgicos para mineral procesado por flotación.....	23
Tabla 12.Parámetros metalúrgicos para mineral procesado por hidrometalurgia .	23
Tabla 13.Consumos y costos unitarios de insumos para flotación	24
Tabla 14.Consumos y costos unitarios de insumos para flotación	25
Tabla 15.Relación Estéril- Mineral anual	27
Tabla 16.Rendimiento y costo de inversión de camiones	28
Tabla 17.Rendimiento y costo de inversión de pala de carguío.	29
Tabla 18.Estimación de la demanda de neumáticos	31
Tabla 19.Estimación de demanda de explosivos	32
Tabla 20.Gasto en algunos bienes, insumos y servicios mineros 2007-2011	34
Tabla 21.Proyección de Inversiones en Minería 2007-2011 (Millones de US\$)	35
Tabla 22.Principales softwares utilizados en procesos productivos mineros	42

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1.Evolución de las importaciones anuales de bienes e insumos	8
Gráfico 2.Volumen de importaciones por país de origen.....	10
Gráfico 3.Desglose de costos en proyectos de inversión industrial.....	18
Gráfico 4.Proyección de producción chilena de cobre de mina.....	22
Gráfico 5. Mineral de cobre a procesar en Chile	23
Gráfico 6.Gastos en insumos para flotación.....	25
Gráfico 7.Gastos en insumos para hidrometalurgia	26
Gráfico 8.Movimiento de material en minas de rajo abierto y subterránea.....	27
Gráfico 9.Número de camiones a utilizar en rajo.....	28
Gráfico 10.Número de equipos de carguío y perforadoras de superficie	29
Gráfico 11.Equipos de minería subterránea.....	31
Gráfico 12.Proyección del gasto en servicios mineros	33

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este informe es generar información estratégica que permita vislumbrar oportunidades de negocios para la oferta nacional de bienes, insumos y servicios mineros. Para ello, se entrega una proyección de la demanda de algunos bienes de capital, insumos y servicios que la minería chilena requerirá en los próximos 5 años, realizada a partir del perfil de producción de cobre proyectado para ese período, la inversión potencial que se materializará en aumentos de capacidad productiva en operaciones existentes; y la puesta en marcha de nuevas operaciones. Además, se busca difundir algunos de los desafíos que enfrenta la industria extractiva en Chile y que podrían materializarse en líneas de investigación y desarrollo de negocios para los proveedores de bienes e insumos y empresas prestadoras de servicios.

A partir de la revisión de las cifras de comercio exterior, se observa que las compañías mineras sustentan sus requerimientos operacionales de bienes, insumos y servicios a partir de una estrategia de abastecimiento que considera la importación directa de algunos de sus requerimientos, la compra de bienes e insumos de origen importado a representantes de empresas globales con presencia en Chile, y a empresas proveedoras locales.

Se estima que en el período 2007-2011, la producción de cobre se incrementará desde 5,7 millones de toneladas de cobre fino a 6,5 millones de toneladas de cobre fino, incremento que implica, flujo estable de inversión para el sector y una mayor demanda en volumen y tipo de bienes de capital, insumos y servicios para la minería.

Los resultados de la proyección indican que por requerimientos operacionales se realizará un gasto promedio entorno a US\$ 1.400 millones por año en insumos como ácido sulfúrico, reactivos químicos, bolas de molino, aceros de revestimiento, explosivos y neumáticos para camiones fuera de carretera. Para sustentar los aumentos de proyección proyectados, se estima que las empresas de la minería del cobre invertirán en promedio US\$ 470 millones por año en algunos equipos para minería de rajo abierto y equipos de producción y desarrollo para minería subterránea. Por último, se estima que las compañías mineras demandarán un volumen de US\$ 2.900 millones por año en servicios de construcción, estudios de ingeniería, servicios de mantención y otros.

Los montos de inversión minera proyectadas para Latinoamérica y los desafíos que enfrenta la industria extractiva en el mejoramiento y optimización de procesos en toda la cadena del valor, aspectos medioambientales y sociales; la disponibilidad de insumos críticos como agua y energía; y otros temas abrirán espacios para que la industria proveedora desarrolle nuevos productos y servicios en línea con la dinámica de los mercados y las necesidades de la industria.

1 INTRODUCCION

La Dirección de Estudios de la Comisión Chilena del Cobre ha desarrollado en los últimos años una línea de investigación sobre el fortalecimiento de los encadenamientos productivos en la minería chilena. Por tal motivo, este documento pretende aportar a las iniciativas en curso en los distintos ámbitos nacionales que han centrado su interés en este tema.

La actividad minera en Chile, sustentada en la producción de cobre, molibdeno, nitratos y otros metales, ha generado un importante crecimiento de las exportaciones mineras en los últimos años. A su vez, la industria extractiva requiere de un variado número de bienes e insumos para materializar inversiones productivas y satisfacer sus requerimientos operacionales, que en la práctica, se traducen en el manejo y gestión de inventarios conformados por un considerable número de ítems.

Considerando el importante volumen de bienes, insumos y servicios mineros utilizados por las empresas de la gran minería del cobre, es relevante analizar cuál será su demanda potencial en los próximos años, incluyendo bienes de capital como camiones y palas; insumos como reactivos, ácido sulfúrico, neumáticos, bolas para molienda y productos de acero; y de servicios como ingeniería, consultoría; montaje y construcción; así como también servicios generales y mantención.

En la primera parte de este documento se realiza una caracterización cuantitativa de los requerimientos operacionales de las empresas mineras, revisando el tamaño del mercado, las cifras de importación de los principales bienes e insumos y la participación de los proveedores locales en la cadena de abastecimiento de la industria minera. A continuación se caracteriza el sector de servicios mineros en Chile.

En la sección 4 se presenta una estimación de la demanda de algunos bienes, insumos y servicios mineros mencionados en el párrafo anterior, en función de algunos parámetros operacionales y la proyección de la producción de cobre fino en Chile para los próximos años.

En la parte final de este estudio, se mencionan algunos tópicos que podrían servir como objeto de análisis con el fin de profundizar la investigación realizada a la fecha.

2 DEMANDA DE BIENES E INSUMOS Y LA INDUSTRIA PROVEEDORA DE LA MINERÍA

En Chile, se proyectan niveles de inversión en nuevos proyectos de cobre y oro por más de US\$ 14.300 millones en el período 2007-2011. En el año 2006, las empresas mineras agrupadas en el Consejo Minero¹ incurrieron en gastos de operación en torno a US\$ 8.000 millones. El detalle de este gasto se muestra en la Tabla 1.

En esta tabla se observa un aumento de 16,8% en el gasto nominal operacional total de las empresas pertenecientes al Consejo Minero en el período 2004-2005 y de 18,4% en el periodo 2005-2006. Los incrementos más relevantes en el gasto del último período fueron: Contratistas y consultores (34,7%) y combustibles y lubricantes (32,4%).

Tabla 1. Gastos operacionales de la Gran Minería

	2004	2005	Var. % 2004/2005	2006	Var. % 2005/2006
Bienes e insumos mineros					
Partes y piezas	422	538	27,5%	660	22,7%
Insumos planta	466	557	19,5%	636	14,2%
Insumos mina	276	278	0,7%	312	12,2%
Reactivos	210	299	42,4%	348	16,4%
Total	1.374	1.672	21,7%	1.956	17,0%
Servicios Mineros					
Contratistas y consultores	960	1.009	5,1%	1.359	34,7%
Servicios generales y mantención	803	1.203	49,8%	1.238	2,9%
Total	1.763	2.212	25,5%	2.597	17,4%
Combustibles y lubricantes	350	478	36,6%	633	32,4%
Energía	639	707	10,6%	811	14,7%
Remuneración dotación directa	1.124	1.316	17,1%	1.655	25,8%
Otros gastos de operación	512	347	-32,2%	318	-8,4%
	5.762	6.732	16,8%	7.970	18,4%

Fuente: Informe de la Gran Minería Chilena, Consejo Minero, 2007. Datos en proceso de publicación.

Tomando como referencia el año 2006, el promedio anual correspondiente a bienes e insumos mineros (partes y piezas, insumos de planta y mina, reactivos) ascendió a US\$ 1.956 millones. En el caso de los servicios mineros (Contratistas y Consultores; Servicios Generales y de Mantención) esta cifra fue de US\$ 2.597 millones.

¹ Las empresas de la Gran Minería asociadas al Consejo Minero son: Barrick Chile, BHP Chile Inc., CODELCO Chile, Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Spence, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, Compañía Minera Mantos de Oro, Compañía Minera Quebrada Blanca S.A., Compañía Minera Zaldivar, Empresa Minera Mantos Blancos S.A., Compañía Minera Carmen de Andacollo, Minera Escondida Limitada, Minera Los Pelambres, Minera Meridian Limitada, Minera Sur Andes Ltda., Xstrata, FreePort Mc Moran, Sociedad Contractual Minera El Abra.

Considerando exclusivamente los ítems mencionados anteriormente, se observa que el incremento en el gasto operacional de las empresas asociadas al Consejo Minero en el período 2005-2006 fue de 17,0% en el costo de bienes e insumos y 17,4 % en el caso de los servicios.

PricewaterhouseCoopers realizó un estudio de costos² sobre 40 compañías productoras de minerales de todo el mundo. Se señala en este estudio que se registró un aumento de un 23% en el gasto de operación del año 2006 con respecto a 2005. Algunas de las razones que explican este incremento en el período se deben principalmente al aumento en los precios de los principales insumos utilizados por la minería como energía, acero, mano de obra y costos de servicios de contratistas. Acompañando estas alzas se ha observado un aumento sistemático en el plazo de entrega de equipos mineros como camiones, neumáticos, palas, chancadores y molinos.

2.1 Análisis de bienes e insumos importados

Para poder operar eficientemente, la industria minera demanda altos volúmenes de bienes e insumos mineros. Una parte importante de esta demanda es satisfecha por medio de la importación de bienes e insumos específicos y una porción menor es cubierta por la industria proveedora nacional.

La importación de bienes e insumos es realizada directamente por las compañías mineras o bien se abastece de proveedores internacionales que cuentan con empresas filiales o representaciones que importan estos bienes e insumos.

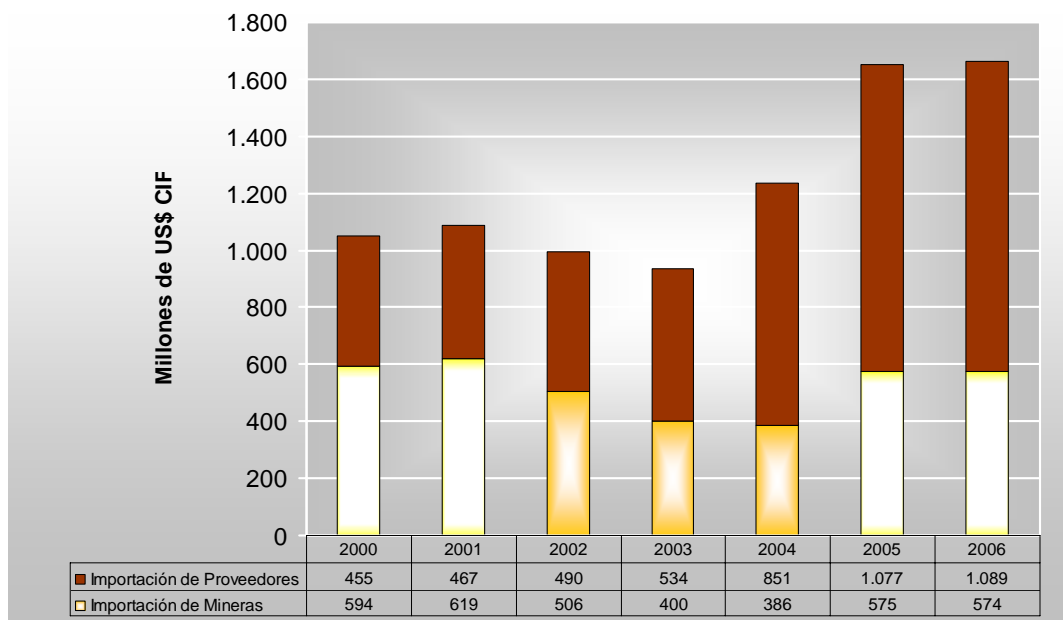
De acuerdo a la información del Servicio Nacional de Aduanas, las empresas de la Gran Minería asociadas al Consejo Minero han importado bienes e insumos mineros en los últimos años (2000-2006) por un valor promedio anual de US\$ 522 millones. En ese mismo período, las empresas proveedoras de la minería habrían importado un volumen de bienes e insumos equivalente a US\$ 709 millones. El Gráfico 1 muestra la evolución del volumen de importación en el período anteriormente mencionado.

Principales partidas de importación

La Tabla 2 muestra los principales partidas de bienes e insumos importados directamente por las empresas mineras y por las empresas proveedoras en el año 2006. Vale destacar que sólo 20 partidas arancelarias representaron el 80% de las importaciones totales por un valor de US\$ 1.323 millones.

2 Estudio Price Water House Coopers "Mine Riding the wave", Metals and Mining Review of global trends in the mining industry – 2007.

Gráfico 1. Evolución de las importaciones anuales de bienes e insumos



Fuente: COCHILCO sobre la base de información de Servicio Nacional de Aduanas de Chile, Septiembre de 2007

Tabla 2. Importaciones de bienes e insumos mineros (Mill. US\$ CIF- 2006)

Partida arancelaria	Principales importaciones de bienes e insumos mineros	Empresas Minerías	Empresas Proveedoras	Total
8704	Camiones mineros	7,6	276,6	284,2
8429	Cargadores frontales y palas	84,4	76,8	161,2
8431	Partes y Piezas de palas y perforadoras	23,9	133,1	157,0
4011	Neumáticos	53,6	70,0	123,6
7228	Barras de acero: huecas hexagonales y aleadas para molino	0,0	62,0	62,0
8708	Partes y piezas de camiones	4,4	53,4	57,8
8483	Engranajes piñones y otros	21,6	36,1	57,7
8474	Chancadores, molinos; partes y piezas	22,2	31,9	54,1
3824	Reactivos	41,9	8,3	50,2
8413	Bombas, Partes y Piezas	11,3	29,4	40,7
8408	Motores diesel	1,6	36,5	38,1
2807	Acido Sulfúrico	20,6	15,1	35,7
8421	Filtros	5,6	28,2	33,8
8481	Válvulas, artículos de grifería	15,4	13,0	28,4
8414	Ventiladores y compresores de aire; Repuestos y partes	3,6	24,7	28,3
8409	Repuestos para motores diesel	0,4	24,8	25,2
8501	Motores eléctricos	12,8	12,2	25,0
8430	Máquinas perforadoras	9,9	14,9	24,8
8504	Convertidores , transformadores eléctricos, partes y piezas	16,5	7,6	24,1
7318	Tuercas , pernos, pasadores, clavijas, chavetas	1,8	9,4	11,2
	Subtotal	359,1	964,0	1.323,1
	Otras compras	215,3	124,7	340,0
	TOTAL	574,4	1.088,7	1.663,1

Fuente: Comisión Chilena del Cobre en base a información de Aduanas de Chile, Septiembre de 2007

Las importaciones de equipos mineros en 2006 ascendieron a US\$ 470,2 millones, lo que representa un 28% del total de importaciones de bienes e insumos mineros. Las partes y piezas de equipos representaron 32 % del total de ítems importados en el año 2006 con una suma total de US\$ 536 millones.

Por su parte, entre los insumos más relevantes importados pueden mencionarse los neumáticos (US\$ 124 millones), filtros (US\$ 34 millones) y los productos de acero como pernos, tuercas y las barras de acero. Estas cifras se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Agrupación de bienes e insumos mineros importados

Item	Importación anual 2006 (Millones US\$ CIF)	%	Principales productos
Reactivos y ácido	85,9	5,2%	Reactivos y ácido Sulfúrico
Insumos	230,6	13,9%	Neumáticos, filtros, pernos, tuercas, barras de acero: huecas hexagonales y aleadas para molino
Partes y piezas	536,4	32,3%	Motores diesel y repuestos ,bombas, piñones y engranajes, partes y piezas de: palas, perforadoras, camiones, chancadores; aparatos de mando y transmisión eléctrica
Equipos mineros	470,2	28,3%	Camiones, palas, cargadores frontales y máquinas de perforación
Otras partidas	340,0	20,3%	
TOTAL	1.663,1	100,0%	

Fuente: Comisión Chilena del Cobre en base a información de Aduanas de Chile, Septiembre de 2007

Países de origen de las importaciones

De acuerdo a las estadísticas de comercio exterior proporcionadas por el Servicio de Aduanas en el período 2000-2006, se ha determinado que más de un 80 % del monto total de las importaciones directas de las empresas mineras se concentra en unos 10 países. Como se aprecia en el Gráfico 2, Estados Unidos ha sido el principal país de origen de las importaciones (US\$ 900 millones en 2006). En el año 2000, se importaba desde ese país un 62% del monto total, muy por sobre el 54 % del monto total que se importó en 2006.

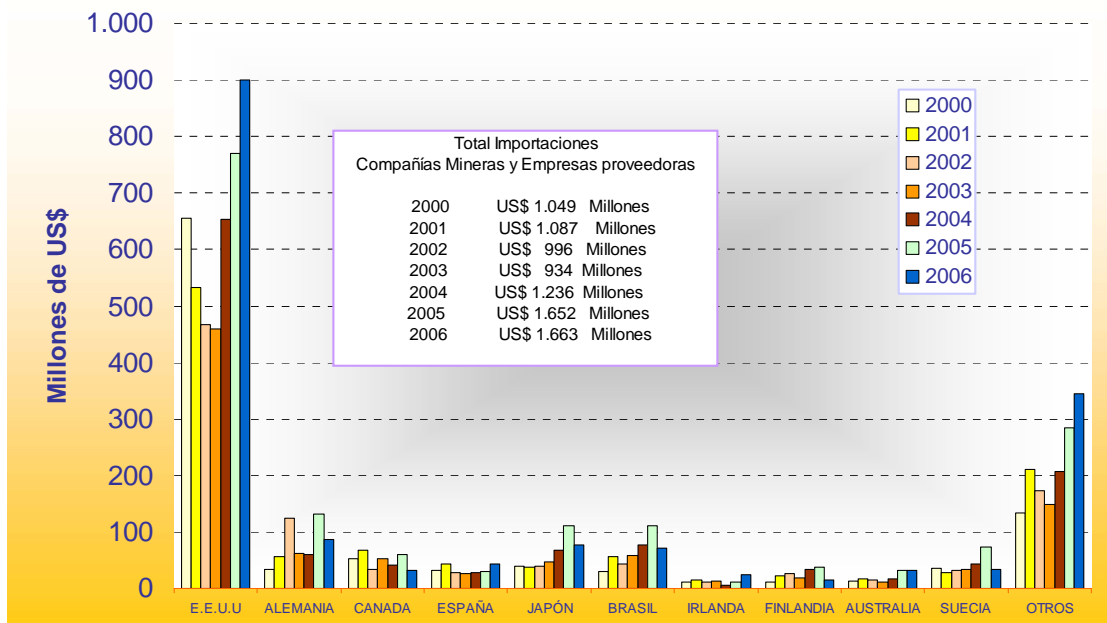
Alemania, Canadá, España y en menor medida Australia, son importantes abastecedores de la minería nacional.

Los equipos mineros corresponden a camiones, máquinas perforadoras, cargadores frontales, palas y grúas. De éstos, el producto más importado es el camión de gran tonelaje importado desde Estados Unidos. Las correas transportadoras provienen principalmente de Alemania y Japón.

Los aceros de perforación, partes y piezas de molinos y chancadores provienen principalmente de Estados Unidos, Suecia, Finlandia y Brasil. Respecto a los motores diesel, estos provienen principalmente de Estados Unidos.

Los principales países de origen de importación de neumáticos de alto relieve son España y Japón. Los reactivos de flotación y extractantes para el proceso SX-EW se importan fundamentalmente de Estados Unidos e Irlanda.

Gráfico 2. Volumen de importaciones por país de origen



Fuente: Comisión Chilena del Cobre en base a información de Aduanas de Chile, Septiembre de 2007

Las asociaciones de proveedores mineros

El Compendio de Minería Chilena ³ indica que en Chile operan 126 empresas mineras. De acuerdo a este directorio existe un registro con 275 empresas proveedoras de la minería y 1.800 representaciones las que ofrecen 2.500 productos y servicios mineros. Sin embargo, un estudio⁴ realizado por INNOVA de CORFO, en abril de este año, identificó 3.443 empresas que en 2006 comercializaron productos a las principales compañías mineras del país y que por lo tanto, pueden considerarse empresas proveedoras de bienes y servicios mineros.

Dentro de los proveedores existen algunos con un nivel de importación mayor que muchas empresas de la Gran Minería.

Uno de los aspectos fundamentales que ha facilitado las vías de comunicación entre empresas mineras y las empresas proveedoras es la asociatividad que ha permitido mejorar la interrelación entre las empresas asociadas a alguna

³ "Compendio de la Minería Chilena 2007", documento elaborado por EDITEC, ISSN 0716-5153

⁴ Este estudio se denomina "Caracterización de las empresas proveedoras de la minería y sus capacidades de innovación", financiado por INNOVA de CORFO y ejecutado por Centro de Minería de la Universidad Católica".

organización, generando un flujo de Información y cooperación entre los asociados para que se produzca una sinergia que permita el desarrollo de los proveedores.

En este contexto destacan APRIMIN, la Asociación de Industriales de Antofagasta, en la Segunda Región y la Asociación de Industriales de Iquique, en la Primera Región.

La Asociación de Grandes Proveedores Industriales de la Minería (APRIMIN) se fundó con 23 asociados en Diciembre de 2003. En la actualidad, la asociación tiene alrededor de 50 socios y ventas que suman US\$ 3.500 millones por año, de los cuales US\$ 1.600 millones corresponden a equipos y maquinarias de origen importado y el resto a insumos y repuestos de fabricación nacional.

2.2 Exportación de empresas proveedoras locales

A pesar que el componente extranjero de bienes y servicios es aún gravitante, hay actividades en las que la presencia de empresas chilenas y extranjeras, que producen en Chile, se ha incrementado significativamente. Es el caso de las empresas nacionales proveedoras de ingeniería y construcción, servicios de mantención e insumos (detonadores eléctricos, bolas y artículos para molinos, reactivos químicos y neumáticos, partes de máquinas para sondeo, entre otros).

Actualmente, algunas empresas proveedoras nacionales se han asociado bajo Minexport CHILE, Consorcio Chileno Exportador de equipos, máquinas, insumos y servicios para la minería co-financiado por CORFO⁵.

En los últimos años las empresas socias del consorcio han estado asistiendo a ferias mineras y misiones comerciales. Se realizaron talleres de análisis sobre el potencial minero en algunos mercados de interés de América Latina (Perú, México y Brasil) y la Región de APEC (Australia, China, Taiwán e Indonesia).

Los esfuerzos anteriormente mencionados se enmarcan en la conformación de una alianza estratégica con el objetivo de fomentar las exportaciones chilenas de bienes e insumos mineros, a través de la búsqueda de oportunidades de negocios en los mercados internacionales.

La Tabla 4 muestra los principales productos exportados por las empresas proveedoras locales. Del detalle de las partidas destaca el explosivo crecimiento experimentado en los últimos años en la fabricación de repuestos para maquinaria minera e industrial, la fabricación de tubos de acero, las tolvas de camiones y los marcos metálicos para fortificación. Si bien es cierto en el período 2005-2006, se observa un importante aumento en el monto total de exportación de bienes e insumos mineros, la cifra y la variedad de productos es baja en relación a las cifras de importación mostradas con anterioridad.

⁵ Más detalles en www.minexportchile.cl

Tabla 4. Exportaciones sector proveedores mineros 2000-2006 (US\$-FOB)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	Máquinas perforadoras para sondaje	0,0	0,0	0,8	1,6	2,7	3,0	9,6
2	Partes y piezas de equipos de perforación	0,5	0,5	2,4	2,8	3,3	5,0	5,8
3	Repuestos para maquinaria minera e industrial	0,0	0,0	5,0	6,7	10,9	35,2	82,5
4	Tuberías de PVC para pozos y tronaduras	0,1	0,1	1,7	0,9	1,2	1,8	6,4
5	Ventiladores y compresores de aire; Repuestos y partes	0,0	0,0	0,8	0,8	0,6	1,7	4,6
6	Productos planos de acero	1,5	1,0	0,8	1,0	1,3	3,1	2,6
7	Tubos de acero	9,9	5,6	3,9	5,0	11,4	17,7	23,8
8	Tuercas , pernos, pasadores, clavijas, chavetas	2,7	2,1	1,4	1,5	2,3	2,4	3,2
9	Correas transportadoras	1,0	0,7	0,8	1,3	2,1	1,4	2,0
10	Artículos de caucho	0,5	0,7	0,9	0,7	1,1	1,0	1,9
11	Tolvas para camiones	5,1	7,1	1,0	0,7	4,8	10,4	17,7
12	Partes y piezas de camiones	0,0	0,0	6,7	5,7	9,6	9,0	10,2
13	Partes y piezas de chancadores y molinos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0
14	Materiales para encofrado, andamiajes, marcos de fortificación	7,2	3,9	4,6	3,5	5,0	20,7	32,8
15	Sistemas de enfriamiento y depuración-filtros	0,9	0,8	1,2	0,6	4,1	3,3	4,9
16	Otros productos	0,8	0,8	1,1	1,4	2,6	2,3	3,9
	Total	30,2	23,3	33,1	34,2	63,2	118,1	211,9

Fuente: Comisión Chilena del Cobre en base a información de Aduanas de Chile, Septiembre de 2007

3 EL SECTOR SERVICIOS EN LA MINERÍA

El sector de servicios mineros se desarrolla en Chile a partir del boom experimentado por la minería privada en la década de los 90. Los efectos de la globalización y la necesidad de las compañías mineras por aumentar su competitividad y disminuir sus costos de producción han generado oportunidades para que empresas externas a las empresas mineras puedan desarrollar una amplia gama de servicios con distintos grados de especialización. De esta forma se ha evolucionado desde la década del 70, cuando incluso actividades que no tenían relación con la producción eran efectuadas con personal propio. La tendencia actual indica que casi la totalidad de las actividades que no tienen relación directa con la producción es externalizada.

La información disponible muestra que una parte importante de empresas proveedoras de bienes e insumos son a su vez prestadoras de servicios.

De acuerdo a la definición de servicio, éste tiende a ser intangible, personalizado y su nivel de calidad depende principalmente de las personas involucradas en su producción así como también, de dónde y cuándo éste es entregado.

Tal como se mostró en la Tabla 1 y asumiendo como “servicios” los ítems “Contratistas y Consultores” y “Servicios Generales y Mantenimiento” el gasto operacional por servicios mineros de las empresas que componen el Consejo Minero aumentó desde los US\$ 2.212 millones el año 2005 a US\$ 2.597 millones el año 2006. Esto representa una variación anual de un 17,4%.

3.1 Clasificación de servicios

A partir de la información desplegada en las páginas web de las empresas mineras se ha elaborado un listado de servicios categorizados en tres grandes grupos:

- Servicios generales y mantención
- Servicios de ingeniería y consultoría
- Servicios de construcción y montaje

La Tabla 5 muestra un listado de los servicios agrupados en estas categorías.

Tabla 5. Categorización de servicios mineros

Generales y Mantenimiento	Ingeniería y consultoría	Construcción y Montaje
<p>Generales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alimentación 2. Campamento 3. Aseo y seguridad industrial 4. Ambientales 5. Computacionales 6. Administrativos 7. Capacitación 8. Arriendo de bienes inmuebles 9. Arriendo de maquinarias 10. Mineroducto 11. Servicios 12. Portuarios 13. Instalaciones menores 14. Apoyo a la producción 15. Perforación primaria 16. Transporte de personal 17. Servicios Medioambientales 18. Transporte de: <ul style="list-style-type: none"> • Ácido sulfúrico • Concentrados • Cargas varias 19. Mantenimiento <ol style="list-style-type: none"> 1. Maestranza 2. Mantenimiento y reparación de equipos Mina, planta y fundición 3. Mantenimiento industrial 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingeniería (todas las especialidades) 2. Arquitectura 3. Geología 4. Control de gestión 5. Servicios legales 6. Apoyo a la planificación 7. Apoyo administración e inspección técnica de proyectos 8. Servicio integral de sistemas de información y gestión 9. Servicio muestreo y preparación mecánica de muestras geológicas 10. Servicios integrales de geomensura 11. Servicios de laboratorios químico 12. Estudios medioambientales 13. Otras asesorías técnicas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollos mineros 2. Fortificación 3. Obras civiles y montajes 4. Obras varias eléctricas y mecánicas

Fuente: Comisión Chilena del Cobre, enero de 2007

3.2 Servicios de ingeniería y consultoría

De acuerdo a estimaciones de la AIC (Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile A.G.) la inversión en proyectos mineros de cobre y oro que serían materializadas en los próximos años induciría una demanda potencial de horas de ingeniería del sector minero que podría incrementarse desde 6 millones de horas-persona (HP) en 2005 a 9 millones de horas-persona en el año 2007. En términos de montos esta demanda equivale a US\$ 270 millones por concepto de servicios de ingeniería en el presente año.

Se estima que la capacidad exportadora de las empresas de ingeniería que prestan sus servicios a la minería es del orden de US\$ 55 millones anuales, considerando que entre un 60 y 70 % de esta cifra puede realizarse desde Chile y la parte restante debe efectuarse en el extranjero por profesionales chilenos.

La Tabla 6 muestra un cuadro comparativo donde se clasifica por nivel de ventas anuales a las principales empresas de ingeniería y consultoría que prestan sus servicios a la minería.

Tabla 6. Categorización de empresas de ingeniería por nivel de ventas

Entre 10 y 30 Millones de US\$/año	Entre 5 y 10 Millones de US\$/año	Entre 1 y 5 Millones de US\$/año	Menor a 1 Millón de US\$/año
<p>Extranjeras</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aker Kvaerner -Fluor-Daniel Chile -Indepro Ingeniería -SKM Minmetal S.A. -SNC Lavalin -Bechtel Ingeniería -ARA Worley Parsons -AMEC Cade-Idepe <p>Nacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ingendesa S.A. -JRI Ingeniería S.A. -Martínez y Cuevas 	<p>Extranjeras</p> <ul style="list-style-type: none"> -Arcadis Geotécnica -Golder Associates S.A. -SAM S.A. -SDI Ingenieros S.A. -Hatch Chile <p>Nacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> -REG Estudios Ltda -Gestión Ambiental -Siga Consultores 	<p>Extranjeras</p> <ul style="list-style-type: none"> -Jenike & Johanson -Knight Piésold -SRK Ltda -Amec International S.A. <p>Nacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> -Heredia y Santana -Ing Cuatro Ltda. -Ingentra -Metálica S.A. -NCL S.A -Metaproject -PM Ingenieros Ltda -Vector S.A. -A Karzulovic Asociados 	<p>Extranjeras</p> <ul style="list-style-type: none"> -Arcan Chile S.A. -El Boldo Ingeniería Ltda. <p>Nacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aldunate y Asoc. Ltda. -Cica Consultores -Geoexploraciones S.A. -Idesol Ingeniería S.A. -Proconsa Ingeniería S.A. -R & Q Ingeniería S.A. -RFA Ingenieros Consultores -SMI Luis San Martin -Subterra Ingenieros Ltda -Zañartu Ingenieros -Cadetech

Fuente: COCHILCO a partir de páginas web de AIC y Compendio de la Minería Chilena 2006, enero de 2007

Tabla 7. Grandes proyectos de la ingeniería en minería

Proyecto	Empresa(s) de Ingeniería	Tipo de Servicio
Mina Alejandro Hales	Fluor	Ingeniería Conceptual Ingeniería Básica
Andacollo Sulfuros	Amec International	Factibilidad
Andina Expansión a 92 ktpd	Cade Idepe	Ingeniería Conceptual
Andina Expansión a 230 ktpd	Bechtel Ingeniería	Ingeniería Conceptual
Cerro Casale	Mineral Resources Development Placer Dome Mine & Quarry Engineering Amec E&C	Ingeniería Básica, Prefactibilidad Factibilidad Actualización Factibilidad Actualización Factibilidad
Esperanza	Aker Kverner Proyecta S.A.	Factibilidad Construcción túnel de exploración
Franke	Arcadis Geotécnica Cade Idepe	Estudio de Impacto Ambiental Ingeniería Conceptual
Extensión Lomas Bayas	Arcadis Geotécnica SGS Lakefield Aker Kverner	Estudio Ambiental Pruebas de laboratorio Ing. Conceptual
San Antonio Oxidos	Cade Idepe	Ing. Conceptual

Fuente: Revista Minería Chilena, Diciembre de 2006

De acuerdo a la AIC, las acciones que a juicio de esta asociación deben considerarse en el futuro para fomentar la internacionalización de los servicios de

ingeniería y construcción, pueden conceptualizarse a través de tres grandes líneas de acción que se muestran en el cuadro de la Tabla 8.

Tabla 8. Propuestas para internacionalización de servicios de ingeniería

Lugar de la acción	Tipos de acción
Hacia el exterior	<ul style="list-style-type: none"> -Acuerdos de libre Comercio (A. Latina y otras regiones) -Acuerdos para evitar doble tributación -Acuerdos sobre previsión social y salud -Mayores facilidades en internación de equipos -Mayor facilidad en obtención y envío de divisas -Mayor apoyo gubernamental en solución de conflictos -Acuerdos de reconocimiento mutuo de profesionales -Acuerdos relativos a transferencias bancarias y seguros
En el país	<ul style="list-style-type: none"> -Mayor difusión de oportunidades de negocios -Modernización de la normativa aduanera -Adecuar contabilización de la exportación de servicios -Adecuación de criterios tributarios (Servicio de Impuestos Internos) respecto a exportación de servicios -Flexibilidad laboral en la exportación de servicios -Financiamiento de proyectos para el importador -Líneas de capital de riesgo para estudios de proyectos en el exterior -Seguros de créditos de exportación de servicios -Obtención de financiamiento y garantías en el exterior
Al interior de las empresas	<ul style="list-style-type: none"> -Inversión privada y pública en Investigación y Desarrollo -Desarrollo de "clusters" (ej.: Minero) -Seguros de Crédito de Exportación (seguro país)

Fuente: Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile A.G.-PROCHILE

En el ámbito interno, se observó durante los años 2005 y 2006 el interés de empresas de ingeniería internacionales, especialistas en minería, por establecer oficinas en Chile a través de la instalación de una oficina filial en Chile o bien por medio de la adquisición o asociación a una firma local.

En 2005, SKM de Australia compró la empresa de ingeniería nacional Minmetal y en 2006, Arze Reciné y Asociados (ARA Ingeniería) suscribió una sociedad en partes iguales con la australiana Worley Parsons para crear la empresa ARA Worley Parsons. En este contexto, otras empresas de ingeniería chilenas sostuvieron conversaciones con firmas internacionales sobre alternativas de asociación. Este hecho se fundamenta en la necesidad de las empresas de ingeniería de ofrecer contratos integrales de ingeniería, adquisiciones y administración de la construcción⁶, modalidad muy demandada por las empresas mineras en la actualidad.

⁶ Esta modalidad de contrato se denominada en inglés EPCM (Engineering, Procurement, Construction, Management)

3.3 Servicios de construcción y montaje

De acuerdo a la Cámara Chilena de la Construcción, se estima que en promedio cerca del 45% invertido en un proyecto minero corresponde a faenas de construcción⁷.

En la minería, los servicios de construcción más demandados son los siguientes:

- Construcción de obras mineras (túneles, galerías, piques, etc).
- Construcción línea eléctrica.
- Construcción obras civiles.
- Construcción y montaje de planta industrial.
- Desarrollo y construcción nivel hundimiento y producción.
- Montaje electromecánico.
- Obras varias eléctricas y mecánicas.
- Subestación eléctrica.
- Otros.

La Tabla 9 muestra un listado con las principales empresas constructoras que prestan servicios a la minería.

Tabla 9. Categorización de empresas de construcción por nivel de ventas

Mayor a 50 Millones de US\$/año	Entre 10 y 50 Millones de US\$/año	Entre 5 y 10 Millones de US\$/año	Menor a 5 Millones de US\$/año
<p>Extranjeras Techint Zublin International GMBH Chile Soletanche Bachy Chile S.A NDS LTDA. Bechtel Incolur</p> <p>Nacionales Ingeniería y Construcción SKC Parina LTDA. Salfa Montajes S.A. Tecsá S.A. Belfi ICAFAL LTDA. Constructora Gardilic BDS Delta</p>	<p>Extranjeras Marinner Zona Franca SA Siemens</p> <p>Nacionales Geovita IECSA LTDA. Mas Errazuriz Besalco Fé Grande Claro & Vicuña B&C</p>	<p>Extranjeras Tecno Fast Atco Com. Catering Fuller</p> <p>Nacionales Agecomet Cerro Alto LTDA. Consorcio KBA Sural EMIN Vecchiola Echeverría Izq.</p>	<p>Extranjeras FCI Maclean Power System</p> <p>Nacionales Chesta Ingeniería Araucanía LTDA. Const. Aconcagua Ocegtel</p>

Fuente: COCHILCO en base a información proporcionada por empresas mineras y páginas web, noviembre 2005

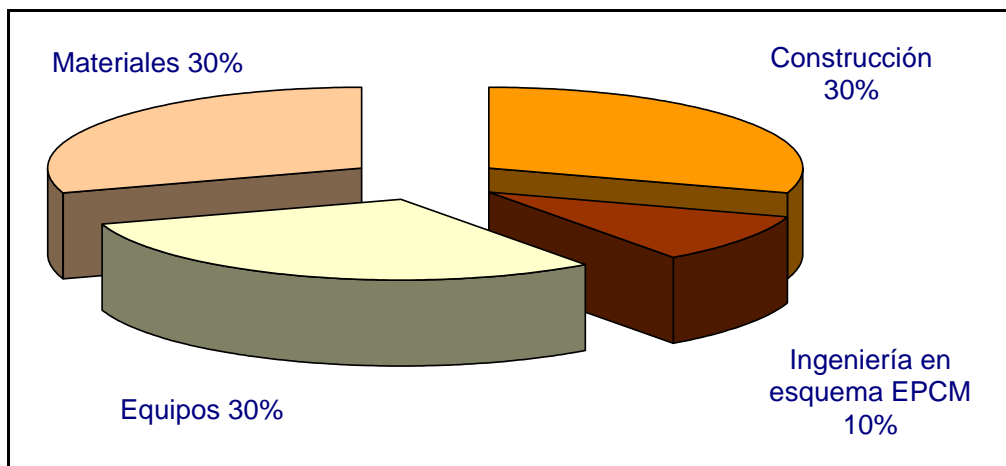
⁷ Las faenas de construcción incluyen la edificación de campamentos mineros, oficinas administrativas, y plantas de operación, así como también el montaje industrial de equipos y maquinarias de procesamiento de minerales, las obras de ingeniería propias de las prospecciones, las perforaciones de fosos y túneles, la construcción de las vías de acceso caminero y ferroviario a los frentes de explotación de los yacimientos, la instalación de ductos, y el desarrollo y construcción de tranques de relaves y su operación, entre otras.

Factores como la globalización, el acceso a nuevos mercados, la magnitud de los proyectos y la creciente exigencia por parte de los demandantes por servicios cada vez más integrales han impulsado a establecer un número importante de contratos bajo la modalidad EPCM⁸, lo que constituye un importante desafío para las empresas prestadoras de servicios.

En este contexto, surge la oportunidad para cimentar una estrecha relación entre las empresas proveedoras de bienes e insumos, las empresas de ingeniería y las empresas de construcción.

De acuerdo a las estimaciones realizadas por la AIC, las componentes usuales de los costos en proyectos de inversión industriales se desglosan de acuerdo al Gráfico 3. A partir de esta figura se observa que al menos un 40 % de la inversión total de un proyecto corresponde a servicios de ingeniería y construcción, cuando la ingeniería se ha desarrollado bajo la modalidad EPCM.

Gráfico 3. Desglose de costos en proyectos de inversión industrial



Fuente: ARA-AIC, octubre 2005.

En este sentido, la creación de consorcios entre empresas de ingeniería y construcción se tornan cada vez más necesarios. Ante la apertura de nuevos mercados estos consorcios adquieren una mayor presencia en las licitaciones internacionales y pueden competir con las compañías transnacionales en mejores condiciones. Los consorcios tienen las siguientes características:

- Una clara orientación de mercado.
- Usualmente se materializa:
 - A partir del fin de ingeniería básica (proyectos menores a medianos)
 - Con cierto avance de la ingeniería de detalle (proyectos mayores; negociación directa).

⁸ EPCM significa Engineering, Procurement, Construction and Management. Un contrato de estas características es aquel en el cual el oferente realiza directamente los servicios totales de ingeniería, gestión de la adquisición de materiales y equipos, licitación de obras y los servicios relacionados con la inspección técnica de obras y la administración de las actividades de terreno, al menos hasta la partida operacional de las instalaciones.

- Se está más cerca del cliente quién pide avalar la ingeniería básica.
- Se tiene una visión más global del proyecto.
- Se cuenta con conocimientos y sistemas en adquisición de equipos.
- Desarrollar la ingeniería implica definir la mayor parte de la inversión.
- Se optimiza y se re-adechan los diseños a partir del equipo multidisciplinario.
- La ingeniería apoya en la construcción y montaje y tiene un rol clave en puesta en marcha.

3.4 Servicios generales y mantención

a) Servicios generales

El número de servicios generales que las empresas prestan a la Gran Minería es extenso. En la Tabla 10 se muestra en detalle el monto promedio anual de los servicios generales contratados por CODELCO.

Tabla 10. Contrataciones mayores de CODELCO en el área de servicios

Tipo de servicio	Promedio anual (Millones de US\$)
Suministro de explosivos	40
Apoyo a la operación	40
Transporte de cobre y concentrado	25
Transporte de personal	22
Arriendo de maquinaria pesada	17
Mantención industrial	12
Alimentación y aseo no industrial	15
Transporte de ácido	12
Transporte de materiales	12
Aseos industriales	10
Arriendo de vehículos livianos	9
Arriendo de grúas horquilla	4
Otros Servicios de Apoyo	8

Fuente: Cochilco en base a folleto institucional de CODELCO, enero de 2007

b) Servicios de mantención y reparación

La política de externalización de actividades que no están directamente relacionadas al giro de la empresa minera impulsó a las empresas proveedoras de equipos mineros, en la década de los 90, a ofrecer servicios de mantención y reparación a partir de contratos integrales, donde la empresa proveedora se compromete con una cierta disponibilidad mecánica del equipo para la función que fue diseñado.

En el momento de concretar la cotización de la oferta técnica y económica de un determinado equipo, la empresa proveedora detalla las condiciones de pago y venta, plazos de entrega, las especificaciones para el armado y el período de capacitación y entrenamiento del futuro operador del equipo.

En esta cotización se incluye también una oferta consistente en un contrato por la mantención del equipo. En la actualidad, una de las modalidades más frecuentes de contrato es el tipo MARC o Full MARC el cual garantiza rendimiento y confiabilidad de la flota de equipos, por medio de una mantención planificada efectuada con personal especializado de la empresa la cual provee en faena los repuestos genuinos, herramientas, instrumentos, vehículos, computadores y sistemas de telecomunicaciones y demás instalaciones, mediante un contrato de largo plazo, a fin de asumir la responsabilidad de la mantención y reparación de la flota, garantizando costos y disponibilidades de los equipos.

4 PROYECCIONES DE DEMANDA DE BIENES, INSUMOS Y SERVICIOS PARA LA MINERÍA DEL COBRE

Las cifras expuestas en la sección 1 y el potencial minero de Chile y de sus países vecinos permiten vislumbrar interesantes oportunidades para la industria proveedora de productos y servicios mineros. Desde esa óptica, resulta relevante analizar cuál será la demanda potencial en los próximos años de los principales bienes (camiones, palas, entre otros); insumos (reactivos, neumáticos, bolas y acero, entre otros) y servicios mineros que demandará la actividad minera en Chile.

A continuación, se estima la demanda bienes, insumos y servicios mineros mencionados anteriormente, en función de algunos parámetros operacionales y de la producción de cobre fino de Chile para los próximos años.

De acuerdo a la situación actual de la minería a nivel mundial y en especial en Chile, se vislumbra un crecimiento importante del sector, gracias al sostenido crecimiento de los mercados internacionales de consumo y las perspectivas de futuros proyectos.

Lo anterior se refleja en las estimaciones de producción de cobre fino, ya que se espera que el año 2011, Chile produzca cerca de 6,5 millones de toneladas de cobre de mina.

4.1 Metodología utilizada en la estimación

A partir de la producción de cobre fino proyectada para los próximos años, se puede estimar el mineral sulfurado y oxidado que se procesará en las plantas de beneficio de minerales. Con estos datos y conociendo el valor y consumo de los reactivos utilizados en cada proceso, se puede proyectar en forma aproximada el gasto de estos ítems para los próximos años.

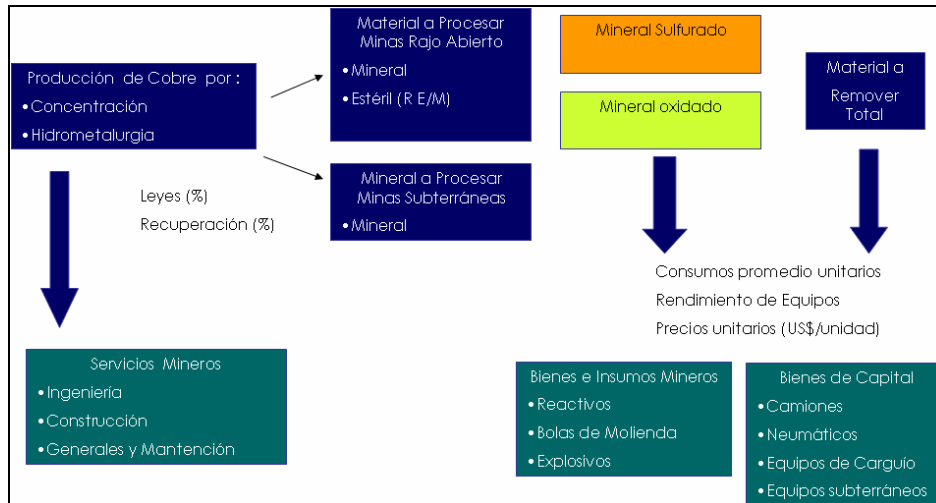
En función del tonelaje de mineral que será procesado, se estimará la cantidad de material a remover asumiendo una relación estéril mineral promedio.

La estimación de material a remover y el mineral a procesar son las variables fundamentales que permitirán proyectar la cantidad de equipos e insumos necesarios para cumplir los programas de producción.

La selección de los bienes e insumos a estudiar se definió considerando la disponibilidad de información de los parámetros operacionales y consumos en mina y planta, así como la facilidad para determinar su demanda potencial para los próximos años. En el caso de la estimación de gastos de servicios demandados por la minería se ha revisado información pública de empresas mineras como CODELCO y BHP Billiton y la estimación de inversión proyectada en minería para los próximos 5 años. Estos servicios mineros pueden clasificarse en cuatro grandes grupos: servicios generales, mantención, estudios de ingeniería y

servicios de construcción y montaje. La figura 1 muestra un diagrama con la metodología utilizada en la proyección.

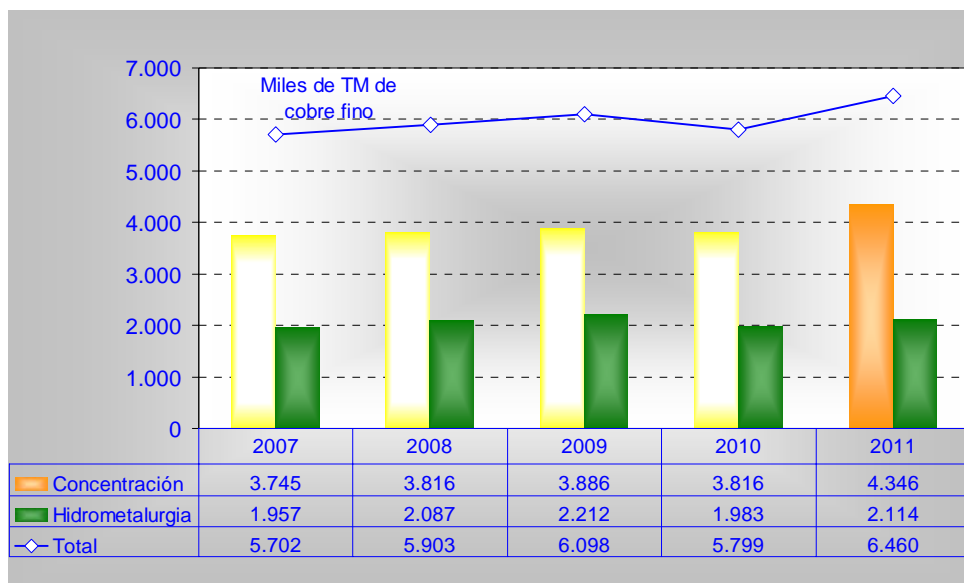
Figura 1. Metodología de proyección de la demanda



4.2 Proyección de la producción de cobre

En el Gráfico 4 se muestra la proyección de producción chilena de cobre de mina para los próximos años, de acuerdo a la tecnología de procesamiento de mineral, considerando procesos de flotación y procesos hidrometalúrgicos (lixiviación-extracción por solvente y electrodeposición SX-EW).

Gráfico 4. Proyección de producción chilena de cobre de mina



Fuente: Comisión Chilena del Cobre, Septiembre de 2007

4.3 Mineral a procesar

A partir de las estimaciones de producción de cobre fino proyectada para los próximos años, es posible determinar el volumen de mineral que deberá ser procesado en el período 2007-2011, asumiendo algunos parámetros mineros metalúrgicos globales como ley de cobre del mineral y recuperación determinados a partir de la base de datos Brook Hunt (Gráfico 5). Las series de parámetros metalúrgicos para determinar el mineral de cobre a procesar se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 11. Parámetros metalúrgicos para mineral procesado por flotación

	2007	2008	2009	2010	2011
Ley de Cobre (%)	1,09%	1,10%	1,05%	0,97%	0,94%
Recuperación(%)	87,9%	87,7%	88,1%	87,6%	87,8%

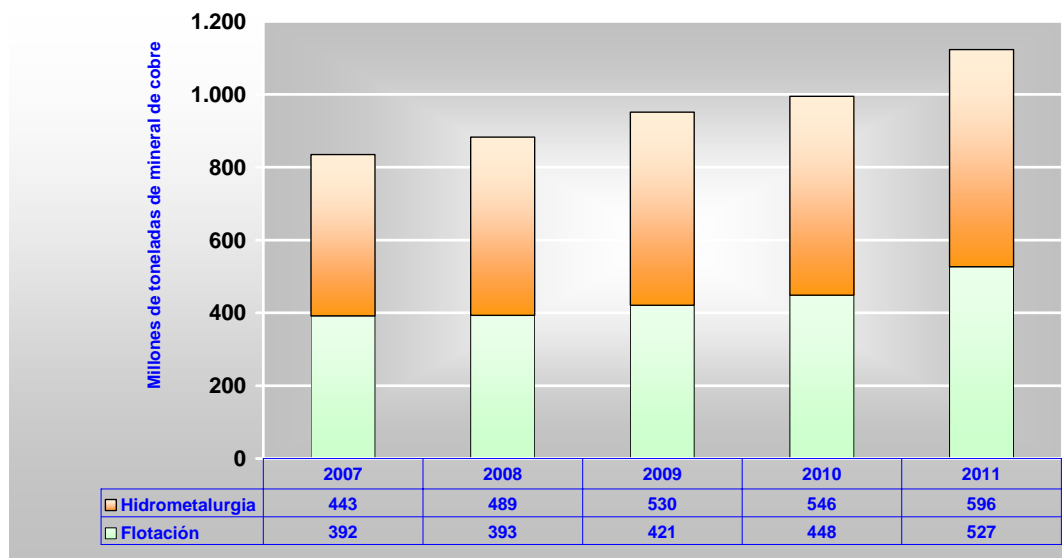
Fuente: Estimación de Cochilco a partir de Base de datos Brook Hunt, Septiembre de 2007

Tabla 12. Parámetros metalúrgicos para mineral procesado por hidrometalurgia

	2007	2008	2009	2010	2011
Ley de Cobre (%)	0,69%	0,67%	0,66%	0,61%	0,60%
Recuperación(%)	63,67%	63,43%	63,35%	59,09%	58,90%

Fuente: Estimación de Cochilco a partir de Base de datos Brook Hunt, Septiembre de 2007

Gráfico 5. Mineral de cobre a procesar en Chile



Fuente: Estimado por COCHILCO a partir de Base de Datos Brook Hunt, Septiembre de 2007

4.4 Reactivos e insumos de flotación

Una vez definidos los niveles de procesamiento de minerales vía flotación e hidrometalurgia (lixiviación, extracción por solventes y electro-obtención), se puede proyectar el gasto de reactivos e insumos utilizados para cada proceso. Este cálculo se realiza utilizando el valor y consumo promedio de reactivos en la minería del cobre nacional. Los respectivos consumos son los siguientes:

Tabla 13. Consumos y costos unitarios de insumos para flotación

Insumo	Consumo g/t de mineral	US\$/t de insumo
Floculante	20	2.500
Espumante	30	2.200
Colector	35	2.000
Cal	1.500	100
Bolas	775	730
Aceros (Revestimiento)	150	2.000

Fuente: Guía de Ingeniería en operaciones mineras Chile 2005/2006, Portal Minero

El Gráfico 6 muestra el aumento en el consumo de reactivos e insumos utilizados en el tratamiento de minerales vía flotación. El mayor gasto corresponde a bolas para molienda con US\$ 247 millones en promedio para los próximos años alcanzando un valor estimado de US\$ 298 millones hacia el año 2011. Le siguen los aceros para revestimiento con un gasto promedio anual de US\$ 131 millones.

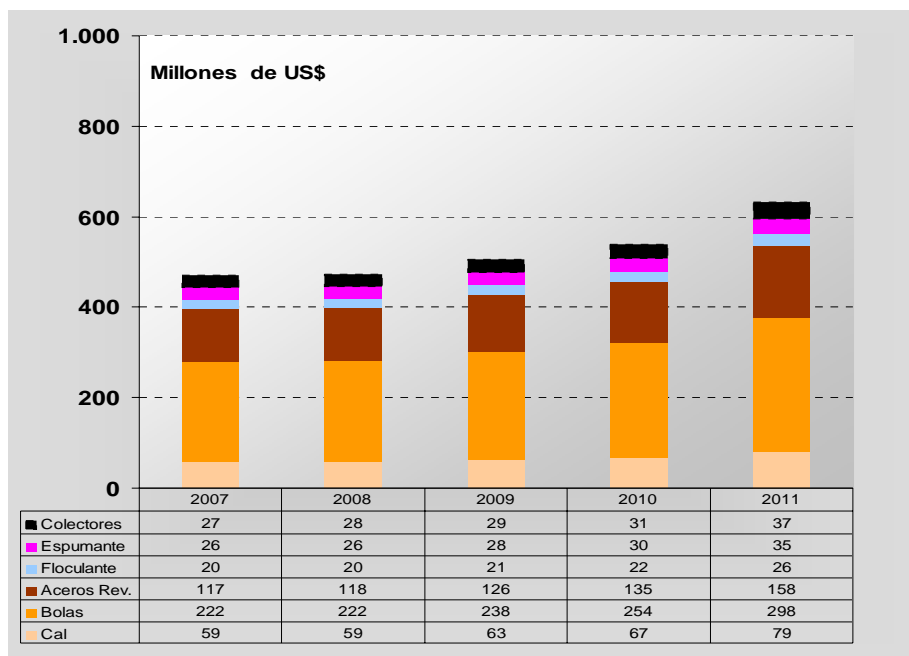
En reactivos se gastarían US\$ 147 millones anuales (US\$ 29 millones para espumantes y US\$ 31 millones para colectores, US\$ 22 millones para floculantes y US\$ 65 millones en cal).

Los productos utilizados para la flotación de minerales sulfurados de cobre, se importan fundamentalmente desde Estados Unidos e Irlanda.

Los bolas para molienda son producidas en Chile por Molycop y Proacer, empresas que concentran la mayor participación del mercado.

La cal es abastecida por las empresas productoras nacionales Cementos Bío Bío, a través de Inacesa y la empresa Soprocál del grupo Rozas. Inacesa se ha posicionado como el principal productor de cal en Chile, con plantas ubicadas en las ciudades de Antofagasta y Copiapó, con una capacidad de producción de 500.000 toneladas anuales, la que es comercializada a través de Inacal.

Gráfico 6. Gastos en insumos para flotación



Fuente: Estimado por COCHILCO a partir de Base de Datos Brook Hunt, Septiembre de 2007

Por su parte, la planta procesadora de Soprocal, ubicada en Melipilla, tiene una capacidad de producción anual de 150.000 toneladas de cal viva, aunque la producción actual alcanza cerca de 80.000 toneladas.

4.5 Reactivos e insumos para procesos hidrometalúrgicos

En el año 2007 se estima que la producción de cobre vía hidrometalurgia (LIX-SX-EW) será de 1,96 millones de ton. Para el año 2011 se estima que ésta llegará a cerca de 2,11 millones de ton de cobre fino, lo cual se traduce en un mayor consumo de reactivos e insumos. Este cálculo se realiza utilizando el valor y consumo promedio de reactivos utilizados en la minería del cobre nacional. Los respectivos consumos son los siguientes:

Tabla 14. Consumos y costos unitarios de insumos para flotación

Reactivo	Consumo unitario reactivo	US\$/t de reactivo
Ácido Sulfúrico (g/t de Cu fino)	3,10	60
Sulfato de Cobalto (g/t de Cu fino)	1,02	5.780
Aditivo guarfloc (g/t de Cu fino)	200,00	3.000
Extractantes (g/t de Cu fino)	1.750,00	8.100
Diluyente (lts/t de Cu Fino)	10,70	670 (*)

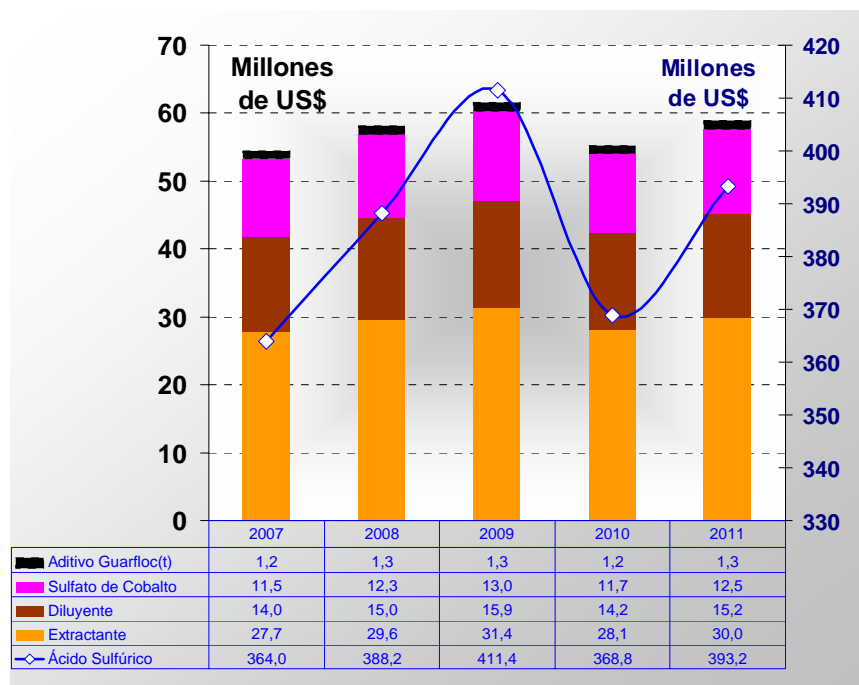
(*): En el caso del diluyente se considera el valor en US\$/m³.

Fuente: Guía de Ingeniería en operaciones mineras de Chile 2005/2006, Portal Minero

El Gráfico 7 muestra la estimación de los gastos en reactivos e insumos para el tratamiento de minerales vía hidrometalurgia.

El mayor gasto corresponde al ácido sulfúrico con un valor promedio anual de US\$ 385 millones en los próximos años, alcanzando un valor máximo de US\$ 411 millones hacia el año 2009.

Gráfico 7. Gastos en insumos para hidrometalurgia



Fuente: Estimado por COCHILCO a partir de Base de Datos Brook Hunt, Septiembre de 2007

De acuerdo a un estudio de COCHILCO⁹, el consumo de ácido sulfúrico en minería se incrementará considerablemente en los próximos años como consecuencia del aumento de los consumos de ácido en operaciones existentes y la puesta en marcha de proyectos mineros como Spence y Lixiviación de Sulfuros de Baja Ley. Parte de esta mayor demanda local será satisfecha mediante importación, a través de Interacid Trading y otras empresas proveedoras de ácido sulfúrico.

El segundo mayor gasto corresponde al reactivo extractante, con un valor promedio anual de US\$ 29 millones, seguido por el diluyente con US\$ 14,8 millones anuales, sulfato de cobalto con US\$ 12,2 millones anuales y por último un aditivo que se aplica en el proceso de electrodeposición de cobre denominado “guarfloc” con US\$ 1,2 millones. En Chile existen empresas nacionales como Oxiquim y Harting que proveen a la industria minera de estos reactivos. Por otra parte, CYTEC y COGNIS son proveedores internacionales.

⁹ Estudio “El Mercado del Ácido Sulfúrico en Chile”, elaborado por Vicente Pérez, Diciembre de 2006.

4.6 Demanda por bienes de capital: Equipos mineros

El Gráfico 8 muestra las proyecciones hacia el año 2011 del movimiento de mineral proveniente de las operaciones a rajo abierto y minas subterráneas y el material estéril que se extrae junto al mineral de las minas explotadas por rajo abierto. A partir del volumen de material que será removido en las operaciones a rajo abierto y en las minas subterráneas puede dimensionarse el número de equipos necesarios para lograr los programas de producción. La relación estéril-mineral en el caso de la explotación por minería a rajo abierto se muestra en la Tabla 15.

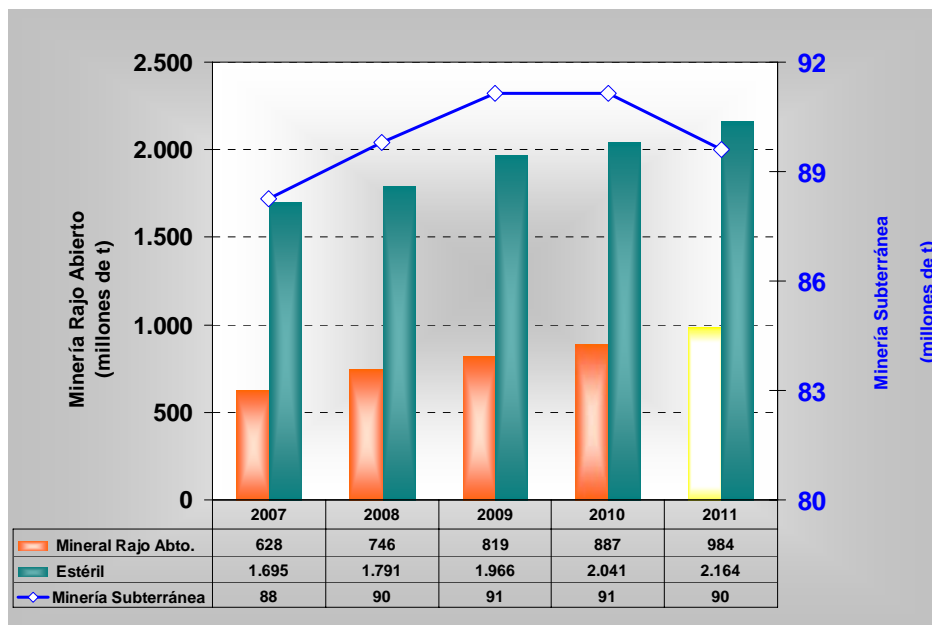
Tabla 15. Relación Estéril- Mineral anual

	2007	2008	2009	2010	2011
R E/M	2,7	2,4	2,4	2,3	2,2

Fuente: Estimaciones de Cochilco en base a Brook Hunt

Para la estimación del número de perforadoras de superficie, palas, cargadores frontales gigantes y camiones fuera de carretera, se utilizó como caso base los rendimientos medios de equipos que operan en la División CODELCO Norte. El objetivo de esta sección es mostrar cuál es el número de equipos adicionales que debieran adquirirse en los próximos años para hacer frente a los mayores requerimientos de perforación, tronadura, carguío y transporte de material provenientes de las minas operadas a rajo abierto y subterráneas. No se considera en esta estimación reemplazos de equipos por obsolescencia, ni adquisiciones de equipos usados o arriendos, asumiendo que las políticas de adquisición varían de una empresa minera a otra.

Gráfico 8. Movimiento de material en minas de rajo abierto y subterránea



Fuente: Estimado por COCHILCO a partir de Base de Datos Brook Hunt, Septiembre de 2007

- **Camiones 330 tc**¹⁰

Para la estimación del número de camiones que requeriría el total de minas que operan por el método de rajo abierto para satisfacer la demanda por transporte de materiales, se ha utilizado un rendimiento del camión determinado a partir de los parámetros de la Tabla 16.

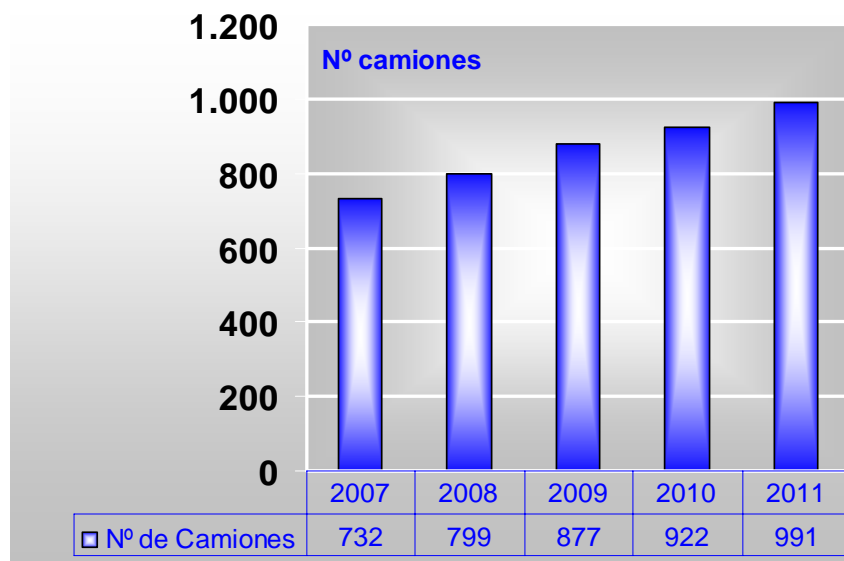
Tabla 16. Rendimiento y costo de inversión de camiones

Rendimiento Camiones 330 tc	
Disponibilidad	86 %
Uso Disp.	80 %
Rendimiento	8.700 t/día
Costo de Inversión	US 3,5 millones

Referencia: PND 2006 Radomiro Tomic+AMS

Se estima que el parque de camiones aumentará de 732 a 991 unidades en el período 2007-2011, tal como se muestra en el Gráfico 9. Esto implicaría una importante inversión promedio anual equivalente a US\$ 247 millones, considerando un valor unitario de US\$ 3,5 millones. Según la estimación realizada que considera movimiento de material adicional y no incluye el reemplazo de equipos usados, debieran incorporarse unidades adicionales al parque de equipos de acuerdo al perfil mostrado en el Gráfico 9.

Gráfico 9. Número de camiones a utilizar en rajo



Fuente: Estimado por COCHILCO, Septiembre de 2007

¹⁰ Cabe señalar que se consideró el camión de 330 tc como modelo, considerando que éste es uno de los últimos modelos utilizados en Chile, así como en CODELCO Norte, que es utilizado como caso base. Sin embargo, el parque de camiones mineros en Chile, varía desde 240 tc a 360 tc. Fuente: Catastro de Equipos en la Minería Chilena y Peruana, versión 2003-2004, Editec Ltda..

- **Equipos de carguío y perforadoras minería rajo abierto**

Del Gráfico 8 se desprende que en la medida que el material a remover aumenta, las palas necesarias para su carguío también aumentan, incrementando así el parque actual. Al igual que en el caso de los camiones, la mayor demanda de equipos de carguío significa una mayor demanda de partes y piezas. Se ha estimado el rendimiento de la pala de carguío a partir de los parámetros de operación de la Tabla 17.

Tabla 17. Rendimiento y costo de inversión de pala de carguío.

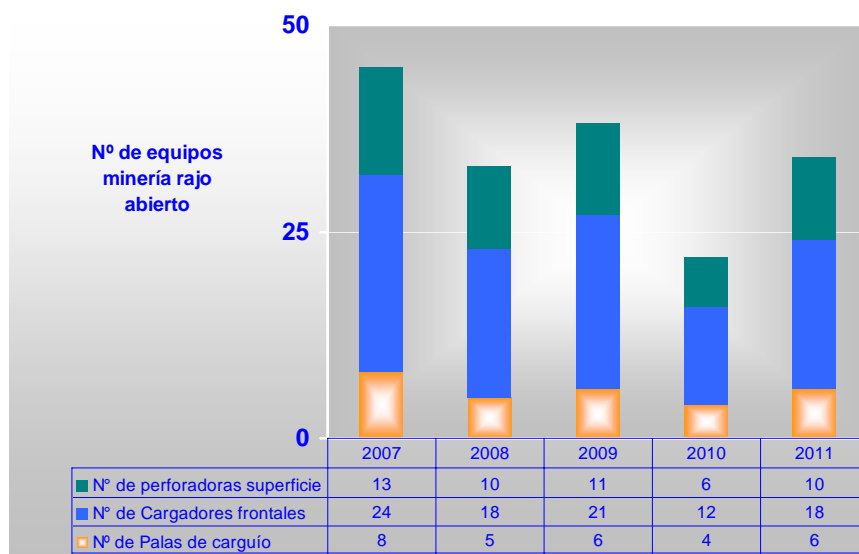
Palas de 73 yd3	
Disponibilidad	88 %
Utilización	95 %
Factor operacional	77 %
Rendimiento medio nominal	6.921 t/hr.efect
Costo de Inversión	US\$ 17 millones

Referencia: PND 2006 División Codelco Norte

El Gráfico 10 muestra el número de unidades adicionales de palas, cargadores frontales y perforadoras de superficie que deberán adicionarse en los próximos años, como consecuencia de los planes de producción de la minería del cobre en Chile. Se estima que en equipos de carguío nuevo las compañías mineras de la gran minería del cobre realizarán un gasto promedio anual de US\$ 100 millones.

Por otro lado, la demanda por movimiento de material en el período 2007-2011 originaría una demanda de 19 cargadores frontales gigantes por año, lo que en promedio equivale a US\$ 74 millones anuales.

Gráfico 10. Número de equipos de carguío y perforadoras de superficie



Fuente: Comisión Chilena del Cobre, Septiembre de 2007

Tanto los camiones, como las palas necesitan de otros equipos auxiliares para el apoyo de sus operaciones. Tractores oruga para los botaderos, tractores sobre neumáticos para limpiar la zona de carga de los camiones alrededor de las palas, perforadoras para preparar las zonas de tronadura, motoniveladoras y otros. Lo anterior implica inversión de capital en estos equipos y por lo tanto, un aumento en el requerimiento de partes y piezas para su mantención y reparación.

- ***Equipos para minería subterránea***

Tomando como referencia las 3 minas subterráneas de cobre de CODELCO (Teniente, Andina, Salvador) y algunos proyectos subterráneos de la minería privada, el tonelaje extraído por métodos de minería subterránea en el período 2007 a 2011 bordeará los 90 millones de toneladas de mineral (Gráfico 8). A partir de este volumen se puede proyectar el requerimiento de equipos principales que estas faenas requerirán en los próximos años, de acuerdo a su producción estimada y tomando como base el rendimiento de equipos LHD de 6 yd³ y camiones de bajo perfil de 50 t.

El Gráfico 11 muestra el perfil de equipos que satisface los requerimientos de carguío y operación interior mina, considerando una tasa de reposición de 20% de equipos que llegan a su vida útil en el período.

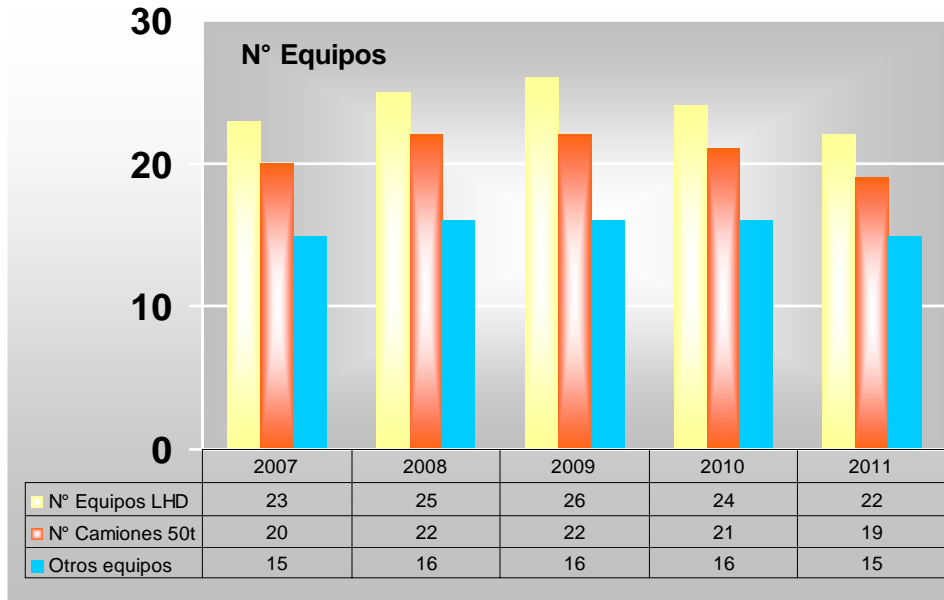
Se estima que en el período 2007-2011, se podrían adquirir alrededor de 120 LHD, con un gasto promedio anual de US\$ 11 millones (valor de US\$ 450 mil por unidad), considerando que el LHD¹¹ es el equipo más utilizado en minería subterránea y de acuerdo al parque existente y su vida útil

A lo anterior debe sumarse la adquisición de equipos de perforación electrohidráulicos (jumbos), camiones de extracción y equipos de apoyo subterráneos, lo que significa una demanda equivalente por un valor promedio anual de US\$ 11 millones. De este modo, se proyecta que la inversión en equipos de minería subterránea para el período 2007-2011 se situará en torno a los US\$ 22 millones al año.

Esta estimación corresponde sólo a un valor referencial y está sujeta a las variaciones que sufran los distintos proyectos y a nuevas variables de diseño, inversión y características técnicas que surjan en el desarrollo de cada faena. En términos de cifras de inversión puede considerarse como un piso en la estimación por demanda de equipos para los próximos años.

11 LHD: sigla que significa Load, Haul, Dump y que se utiliza para denominar a un cargador frontal de bajo perfil ampliamente utilizado en la minería subterránea.

Gráfico 11. Equipos de minería subterránea



Fuente: Comisión Chilena del Cobre, Septiembre de 2007

4.7 Neumáticos

Este es uno de los mayores gastos que realizan las empresas mineras. Por lo tanto es importante conocer su demanda futura.

Las principales empresas proveedoras de camiones fuera de carretera en la minería chilena son Finning Chile y Komatsu.

El número de camiones en operación comercializados por ambas compañías en Chile es del orden de 700 unidades, con capacidad de carga sobre las 190 toneladas.

Proyectando estas cifras y aplicando un precio de US\$ 20.000 dólares por neumático, es posible estimar el gasto para los próximos años, tal como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Estimación de la demanda de neumáticos

	2007	2008	2009	2010	2011
Nº de Neumáticos/ año	5.752	6.392	6.896	7.464	8.128
Gasto Neumáticos (Mill. de US\$)	115	128	138	149	163

Fuente: Comisión Chilena del Cobre, Septiembre de 2007

Se estima un gasto promedio anual en neumáticos del orden de US\$ 138 millones en el período 2007-2011.

4.8 Explosivos

El volumen de material a remover por la minería, junto con la utilización del consumo de explosivo por tonelada de material tronado (factor de carga), permite proyectar el volumen de explosivo demandado por la industria en el período 2007-2011.

La Tabla 19 muestra una estimación del volumen de explosivo que será utilizado en las operaciones y proyectos mineros que se materializarán en los próximos años.

Tabla 19. Estimación de demanda de explosivos

	2007	2008	2009	2010	2011
Explosivo (toneladas)	367.879	400.287	437.762	459.261	491.814
Gasto explosivos (Mill. de US\$)	239	260	285	299	320

Fuente: Comisión Chilena del Cobre, Septiembre de 2007

4.9 Proyección de gastos en servicios mineros

De acuerdo a las cifras proporcionadas por el Consejo Minero, el gasto operacional correspondiente a contratistas, consultores, servicios generales y mantención se incrementó desde US\$ 2.212 millones en el año 2005 a US\$ 2.597 millones en el año 2006, lo que equivale a una variación de un 17,4%.

A partir de los antecedentes mencionados con anterioridad en este documento y de las cifras anteriormente comentadas, el porcentaje promedio de gastos por tipos de servicio es el siguiente:

- Servicios generales y mantención: 60 %
- Servicios de ingeniería y consultoría: 10%
- Servicios de construcción y montaje: 30 %

Tomando como referencia el perfil de producción chilena de cobre descrita en la sección 3.1 y las consideraciones anteriores se procederá a proyectar el valor de servicios mineros para el período 2007-2011.

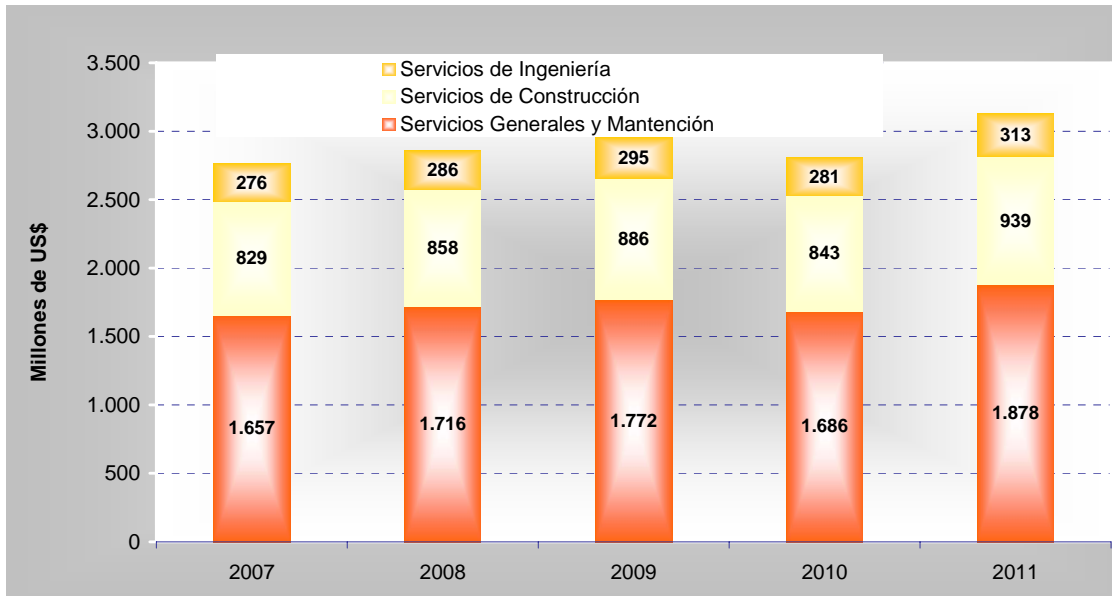
a) Resultados de la proyección de gastos en servicios mineros

La proyección realizada indica que en promedio, el valor anual de servicios mineros para el período 2007-2011 se situará en torno a US\$ 2.500 millones, desglosados de la siguiente forma:

- Servicios generales y mantención: US\$ 1.740 millones
- Servicios de ingeniería y consultoría: US\$ 290 millones
- Servicios de construcción y montaje: US\$ 870 millones

El Gráfico 12 muestra el perfil de gastos en servicios mineros para el período 2007-2011.

Gráfico 12. Proyección del gasto en servicios mineros



Fuente: Estimación de COCHILCO, Noviembre de 2007

4.10 Síntesis de resultados

La Tabla 20 muestra la proyección de gastos de algunos bienes, insumos y servicios mineros para el período 2007-2011. La evolución de cada uno de estos indicadores muestra que en los próximos 5 años la operación continua de los complejos mineros existentes y las inversiones del sector previstas para el período incrementarán la demanda por una amplia gama de productos, requerimientos que permitirán aumentar la producción de cobre en 800 mil toneladas (de 5,7 a 6,5 millones).

El descenso de la ley de mineral de las operaciones existentes y leyes más bajas de los nuevos proyectos mineros –en comparación a proyectos que iniciaron producción en la década de los '90-, se traduce en una mayor extracción de material futuro. Las mayores distancias de transporte y las características actuales del mercado de bienes de capital e insumos para la minería tienen como efecto el aumento de los niveles de inversión de nuevos proyectos y mayores gastos de operación de las compañías mineras.

Tabla 20. Gasto en algunos bienes, insumos y servicios mineros 2007-2011

	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio (Millones de US\$)
Insumos						
Bolas de molienda	222	222	238	254	298	247
Ácido sulfúrico	364	388	411	369	393	385
Reactivos sulfuros	132	132	141	151	177	147
Reactivos óxidos	54	58	62	55	59	58
Explosivos	239	260	285	299	320	281
Neumáticos "Off The Road"	117	128	140	148	159	138
Aceros de revestimiento	117	118	126	135	158	131
Total	1.245	1.306	1.403	1.411	1.564	1.387
Bienes de Capital						
Camiones mineros	319	235	273	158	242	245
Palas rajo abierto	136	85	102	68	102	99
Cargadores Frontales	96	72	84	48	72	74
Perforadoras Rajo	39	30	33	18	30	30
Equipos mina subterránea	21	23	23	22	20	22
Total	611	445	515	314	466	470
Servicios Mineros						
Mantenimiento y Generales	1.657	1.716	1.772	1.686	1.878	1.742
Ingeniería	276	286	295	281	313	290
Construcción	829	858	886	843	939	871
Total	2.762	2.860	2.953	2.810	3.130	2.903

Fuente: Estimación de COCHILCO, Noviembre de 2007

5 NUEVOS MERCADOS Y NECESIDADES DE LAS EMPRESAS MINERAS

5.1 Oportunidades de negocios en otros países de América Latina

En foros internacionales, autoridades de gobierno y entidades gremiales ligadas al sector minero han anunciado proyectos mineros que se materializarían en los próximos años y que demandarían considerables montos de inversión. La Tabla 21 muestra un resumen actualizado con las cifras de inversión en minería en países como Chile, Brasil y Perú, considerando importantes proyectos cuyo objetivo son metales como el cobre, oro, plata, níquel y aluminio.

Tabla 21. Proyección de Inversiones en Minería 2007-2011 (Millones de US\$)

Brasil	Chile	Perú
11.200	14.300	11.600

Fuente: Información pública de organismos relacionados y versiones de prensa (REUTERS)

Estos niveles de inversión minera en países de la región y las condiciones de estabilidad económica y política han perfilado a nuestro país como una plataforma de importantes compañías mineras y empresas proveedoras internacionales que han seleccionado a Chile como centro de operaciones regional para desarrollar sus estrategias de crecimiento y aprovechar las condiciones geológicas y la apertura progresiva a la inversión extranjera que han experimentado los países latinoamericanos en la última década.

En conjunto con esta inversión, las faenas mineras sustentan sus operaciones a partir de una compleja cadena logística que les permite abastecerse de una amplia gama de productos y servicios. En este contexto, la Universidad Arturo Prat de Chile encomendó a “Estudios Mineros del Perú” un estudio de mercado de la minería peruana cuyas conclusiones principales se detallan a continuación.

- El consumo anual del sector minero peruano es de US\$ 1.963 millones
- 98% del consumo es de la mediana y gran minería (US \$ 1.932 millones)
- El 25% del total del consumo son estudios e ingeniería (US \$ 492 millones)
- La proyección del consumo de insumos y servicios indica un aumento de un 19 % en el consumo de bienes, insumos y servicios mineros hacia el año 2015 ¹².

12 Estudio encomendado por la Universidad Arturo Prat a “Estudios Mineros del Perú”, denominado “Estudio de Mercado y Oportunidades de Negocios en la Minería del Perú”, 2006.

5.2 Oportunidades de negocios en otros ámbitos de la minería chilena

De acuerdo a una estimación de la OECD se estima que la tasa de crecimiento promedio anual de la industria de bienes y servicios medioambientales será de 10% en los países en vías de desarrollo. Por ejemplo, el mercado total actual en Chile se estima en US\$ 600 millones.

La generación de cualquier material “de descarte de la minería” se traduce en desafíos muy concretos en lo que se refiere a preservar la calidad del medioambiente y genera una amplia gama de oportunidades de negocio para proveedores de bienes y servicios medioambientales considerando los siguientes aspectos:

- ✓ Los servicios medioambientales pueden ser externalizados por las empresas mineras, debido a que no tienen relación directa con la actividad extractiva.
- ✓ En cada una de las etapas del proyecto minero las compañías mineras deben mantener un enfoque productivo preventivo desde etapas iniciales del proyecto hasta varios años después del cese de las operaciones mineras.
- ✓ Existen empresas especializadas que pueden ofrecer servicios de alta calidad

Los aspectos mencionados con anterioridad permiten centrar la atención en campos de acción donde la presencia de empresas proveedoras de bienes y servicios medioambientales reviste singular importancia considerando además el carácter transversal a otro tipo de actividades industriales más allá de la minería.

Algunos de estos campos de acción son los siguientes¹³:

a) Uso y gestión del agua y sus efluentes

El emplazamiento de reservas mineras en calidad y cantidad en el norte de Chile y los antecedentes con los que se dispone respecto a disponibilidad de recursos hídricos limitados supone una escasez que podría convertirse en foco de conflictos entre la actividad minera y otros sectores productivos que requieren de agua para el desarrollo de sus proyectos.

13 Fuente: Presentación “Las Inversiones Mineras y el Impacto en la Demanda por Bienes y Servicios Ambientales”, Área de Medioambiente y Metrología Química de Fundación Chile y Asociación de Empresas y Profesionales del Medio Ambiente (AEPA), Septiembre 2005. Disponible en: www.fundacionchile.cl

En este contexto se plantean los siguientes tópicos que se traducen finalmente en oportunidades para el desarrollo de productos y servicios:

- ✓ Levantar, integrar y sistematizar información público-privada para apoyar la toma de decisiones.
- ✓ Disminuir consumo a través del mejoramiento tecnológico en los procesos.
- ✓ Desarrollar nuevos modelos de gestión y valorización de recursos hídricos.
- ✓ Desalinización de agua de mar para incrementar oferta del recurso hídrico.
- ✓ Acondicionamiento y disposición final de efluentes, que garanticen la calidad del recurso para otros usos.

b) Gestión de Residuos

- ✓ Residuos sólidos industriales: Se estima que hacia el año 2010, las operaciones mineras existentes en Chile, generarán unas 725.000 toneladas de residuos sólidos industriales. Los estudios asociados y el transporte y disposición de chatarras, goma, madera, neumáticos, filtros de aceite, etc originaría un volumen de negocios del orden de US\$ 70 millones.
- ✓ Residuos peligrosos: Se estima que un 20% del total de residuos caen dentro de la denominación de peligrosos. A partir de un catastro de 134 faenas activas con capacidad de procesamiento de minerales mayor 10 tpd a lo largo de Chile, se estima que cada plan de manejo costaría entre US\$ 200.000 y US\$ 500.000. Los costos del tratamiento y disposición final dependiendo de la clasificación y la distancia de transporte oscilarían en el rango de entre US\$ 400 y 500 por tonelada.
- ✓ Residuos masivos: Se estima que en el año 2004 en promedio cada tonelada métrica fina de cobre producida en Chile generó 90 ton de relaves; 1,8 toneladas de escorias, 190,5 toneladas de ripios y 377 toneladas de estériles. Además se habrían generado unas 3.325 t/año de escorias con metales nobles y 36.000 t/año de polvos de fundición de cobre. Existe por lo tanto un potencial en la recuperación de metales nobles desde escorias de fusión por US\$ 36-40 millones/año.

c) Emisiones atmosféricas y calidad del aire

La recuperación de azufre y posterior producción y comercialización de ácido sulfúrico desde los procesos pirometalúrgicos con los que se obtienen cobre y productos de molibdeno, es uno de los negocios generados por la actividad de las fundiciones. En este punto se destacan importantes avances en fundiciones en Chile (Chuquicamata, Ventanas, Caletones), Perú (Ilo) y La Caridad (México) por nombrar algunas operaciones. Una mayor producción de concentrados aumentará significativamente el nivel de emisiones de gases y material particulado. En la actualidad existen zonas con alta saturación por emisión de gases y material

particulado que obstaculizan la entrada de nuevos proyectos. Algunas oportunidades que se presentan en este ámbito son:

- ✓ Desarrollar tecnologías para prevenir emisiones
- ✓ Desarrollar tecnología para mejorar la eficiencia del uso de combustibles
- ✓ Desarrollar tecnologías que permitan reemplazar el uso de energías tradicionales
- ✓ Implementar sistemas de monitoreo continuo, que sean transparentes hacia la comunidad

d) Eficiencia Energética y Energías Renovables

La coyuntura actual de los recortes de gas natural argentino hacia Chile plantean la necesidad de estudiar en profundidad el tema de la eficiencia energética en lo que se refiere al potencial de ahorros por uso eficiente de la energía y los sistemas de gestión energética. Es pertinente preguntarse ¿Qué tipo de energías renovables podrían tener algún uso potencial en las zonas mineras?, ¿biomasa, geotermia de alta y media entalpía, eólica, etc.? Cabe señalar que proyectos que inicialmente no son rentables pueden serlo cuando se considera la valoración que se asigna a la reducción de emisiones y el desplazamiento de combustibles fósiles en el mercado de los bonos de carbono. Algunas iniciativas que podrían constituir proyectos interesantes son:

- ✓ Diseño de nuevos equipos
- ✓ Optimización y rediseño de procesos
- ✓ Generación y uso de fuentes alternativas

e) Cierre de faenas mineras

En algunos países se han implementado o están implementándose normativas para regular el cierre de faenas e instalaciones mineras.

Se estima que los cierres de faenas proyectadas en Chile significarán una gran demanda de servicios por estudios específicos como hidrología, hidrogeología, contaminación de suelos, estabilidad de taludes, diseño de obras de ingeniería y preparación del plan de cierre. Adicionalmente, parte de los costos asociados se irán ejecutando en la medida que las instalaciones alcancen la vida útil. Las principales actividades se asocian con: desmantelamiento de equipos e instalaciones, movimiento de tierras y estabilización de taludes, remediación de suelos y agua y monitoreo.

f) Evaluación de riesgos y gestión de pasivos

En este ámbito se destacan los siguientes potenciales pasivos ambientales: tranques de relave, pilas de lixiviación, drenajes ácidos, disposición de residuos masivos (ripios, escorias), disposición de polvos de fundición,

botaderos de neumáticos, etc. En este sentido destaca el proyecto de trituración de neumáticos gigantes en desuso que está desarrollando Codelco Norte junto a una empresa especializada en la prestación de servicios medioambientales. El proyecto consiste en la construcción y operación de una planta de trituración de neumáticos de gran diámetro, con el objetivo de procesar los neumáticos dados de baja por Codelco Norte. Se busca además recuperar productos reutilizables, tales como caucho de diferente granulometría, el cual puede ser utilizado como materia prima para otros procesos productivos.

En otros ámbitos, se destacan sistemas de apoyo para evaluación y monitoreo de algunas aplicaciones existentes en el mercado como la percepción remota, imágenes satelitales, geofísica, geoquímica, hidrogeología y modelación, perforaciones, muestreos y sensores remotos, entre otros.

5.3 Tecnologías de la Información y Comunicaciones en minería

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's) pueden ser definidas como el conjunto de tecnologías orientadas a la transmisión, almacenamiento y proceso de información, e incluye los sistemas informáticos, infraestructura (hardware) y comunicaciones. Dentro de las diversas formas en que se pueden expresar las TIC se pueden incluir: electrónica, control automático, sistemas de información para apoyo a la gestión, simulación, monitoreo y telecomando o "remotización de operaciones", etc.¹⁴.

En el caso de la minería, las TIC ofrecen la posibilidad de producir mejoras en los procesos de una operación minera, permitiendo generar condiciones superiores respecto a los competidores en aspectos vitales tales como el control de costos, que puede ser fuertemente apoyado por facilidades de modelamiento y gestión integradas con todos los procesos. Estos elementos inciden en la intensidad competitiva de las compañías.

En promedio, la minería invierte en esta actividad aproximadamente un 0,8% de sus ingresos. Comparado con industrias como la financiera (5%), los servicios (4,5%) e incluso la industria manufacturera (2,5%).

Para enfrentar este desafío, el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT) de CONICYT en Chile encargó el estudio "Identificación de Oportunidades de Negocio Globales en Base a Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) para el Cluster Minero y Relacionados", con el objetivo de elaborar un levantamiento de oportunidades de negocio globales en base a TIC, que potencian un desarrollo significativo del cluster minero e industrias relacionadas, y que representan impactos relevantes para el país, y entrega un detallado análisis del mercado mundial y chileno de las TIC.

14 Definición encontrada en: Estudio "Identificación de Oportunidades de Negocio Globales en Base a Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs) para el Cluster Minero y Relacionados", 2005. Disponible en: http://www.conicyt.cl/bancomundial/documentos/prospectiva/impacto_programa_insercion.zip

Algunas conclusiones de este estudio fueron:

- La industria TIC se está moviendo hacia una creciente estandarización de: a) Las aplicaciones (paquetes parametrizables basados en las mejores prácticas de la industria); b) Las arquitecturas (tres capas, separación de las capas de visualización, negocios y datos), y c) Las estrategias de interoperabilidad (mensajes XML, Web Services, etc.). En este sentido, los desarrollos informáticos que se emprendan en minería en el futuro deberán ser consistentes con estas prácticas.
- La industria de la minería está transitando desde un uso estrictamente operacional de las TIC - cuyo foco está puesto esencialmente en actividades de control de la operación y reducción de costos - hacia un enfoque más estratégico, es decir, como habilitadoras fundamentales de los planes de negocios e incluso, en algunos casos, como fuente de creación de ventajas competitivas.
- El gasto mundial en TIC para la minería alcanza a cerca de US\$ 2.0 billones, principalmente en metales base y hierro, con un crecimiento negativo de 2,9% en el pasado reciente (1999–2003), pero se espera que crezca a una tasa de 5,8% en el período 2003 – 2007. La Minería gasta menos del 1% de sus gastos totales, en TIC.
- Se estima que del gasto en minería, un 53% es en telecomunicaciones, 22% en software, 16% en hardware, y 9% en servicios. El tamaño del mercado de los segmentos de mayor interés para los proveedores, es decir, software y servicios aplicados a la minería, es cercano a los US\$ 625 millones.
- Los principales ámbitos de negocios pueden ser clasificados en:
 - ✓ Software: Exploración, Modelamiento Geológico, desarrollo de yacimientos, planificación minera, gestión de operaciones de mina (subterránea y abierta), gestión de plantas, para laboratorio.
 - ✓ Tecnologías habilitadoras: Sistemas de control automático, Tecnologías de Tele-operación, Middleware de integración Control Automático (soluciones informáticas), Adquisición de datos en tiempo real, Sistemas de control de la producción.
 - ✓ Aplicaciones de empresa: ERP (sistemas de gestión de la información), Gestión de la relación con el cliente (CRM por Customer relationship management), Mantenimiento, manejo de Activos Digitales (DAM por Digital Asset Management), Gestión del Conocimiento, Datawarehouse (sistema computacional).

- Se estima que el mercado global de las TIC especialistas en minería o “TIC mineras” está dominado por las siguientes empresas: Datamine, Gemcom, Maptek, Mincom, Surpac, Mapinfo, Metech, MineMap, Minex. Mientras las empresas de menor penetración de mercado son: Geosoft (Geosoft), LogPlot (Rockware), Qlog (Datalog technology), GoCad (Earth Decision Sciences), SurvCadd (Carlson Software).

A modo de referencia, la Tabla 22 grafica el uso de las TIC en las actividades de la cadena de valor de la minería, poniendo particular énfasis en aquellas áreas identificadas como “desafíos de la industria minera”.

Este mapa fue construido a partir de una encuesta realizada por los autores del citado estudio a las principales compañías mineras basadas en Chile, y por tanto no tiene validez estadística. Sin embargo, permite identificar, a nivel muy general, brechas (procesos no soportados o débilmente soportados) que pueden constituirse en oportunidades de negocios para investigadores y proveedores locales. A nivel mundial, el estudio del PBCT destaca el caso de Australia, donde la sociedad ha consensuado la importancia de desarrollar una industria de servicios que consolide su desarrollo local y sea capaz de exportar servicios tecnológicos a los mercados internacionales, y que actualmente controla el 60% del mercado mundial de software minero.

Tabla 22. Principales softwares utilizados en procesos productivos mineros

	CODELCO	Collahuasi	Pelambres	Anglo American	Phelps Dodge
Incremento de recursos mineros	Vulcan-Maptek Gemcom Minesight-Mintec Datamine	Propio	Vulcan	Gis-Soporta DataMineStudio- Datamine Exploration Office- Datamine Acquire-Mintec	Med Systems- Mintec Minesight-Mintec
Desarrollo	Vulcan-Maptek Gemcom- Gemcom Minesight-Mintec Datamine- Datamine	Vulcan	Vulcan	DataMineStudio- Datamine Minesight-Mintec	Med Systems- Mintec
Planificación geominero metalúrgica	Gemcom	Vulcan MsOffice	MsOffice	DataMineStudio- Datamine Minesight-Mintec Whittle 4-Gemcom Autocad-Autodesk Acquire-Soporta Bdgeo-Soporta	Med Systems- Mintec
Extracción	Sistemas propios Interflow Dispatch-MM	Dispatch-MM Caes Mis Ag	Dispatch-MM Aquila	Dispatch-MM	Dispatch-MM Aquila
Procesamiento	PI-OsiSoft Sistemas Propios	Mis AG	Elipse- Mincom PI-Osisoft Bailey	Bart-Propio	Knowledge Scape- KS PI- Osisoft DCS-Abb
Comercialización	SAP-SAP Sistemas Propios	Aramis- Mincom	Sistemas Propios	Aramis-Mincom Lims Sistemas Propios	Sistemas propios
Gestión Administrativa	SAP	Hiperion Enterprise	MIMSView	Hiperion Essbase Comshare	MIMSView
Administración y Finanzas	SAP	MIMS OE 4.1 Meta 4 Mind Aquarius	MIMS OE 4.3 DBSoft	MIMS OE 4.1 PeopleSoft AxisOpen	MIMS OE 4.1 Meta 4 Mind
Gestión Técnica	Sistema Propio		Web-Modular Mining	PHD-Honeywell Web-Modular Mining	Web-Modular Mining

Fuente: Estudio "Identificación de Oportunidades de Negocio Globales en Base a Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs) para el Cluster Minero y Relacionados", 2005. Ver: www.pbct.cl

Cabe destacar que en abril de 2006, CODELCO y la empresa japonesa líder en telecomunicaciones Nippon Telegraph & Telephone Corporation (NTT), crearon la empresa conjunta MiCoMo (Mining Information Communication and Monitoring S.A.) cuyo objetivo es adaptar e incorporar tecnologías de información y comunicación avanzadas, desarrolladas por la empresa nipona a las necesidades de los procesos mineros de CODELCO para incrementar la eficiencia y seguridad de sus operaciones productivas. La creación de la empresa MiCoMo se concretó con un capital inicial de US\$ 3 millones (66% CODELCO y 34% Grupo NTT)¹⁵. CODELCO y NTT han trabajado en cuatro proyectos piloto durante dos años, dos de los cuales se encuentran validados para su operación.

¹⁵ Más detalles en: www.CODELCO.cl

Uno de los proyectos validados para su operación corresponde al sistema de control remoto de la operación minera vía red fotónica que se está aplicando experimentalmente en la división Andina de CODELCO, y permite transmitir gran cantidad de información a través de una fibra óptica, incluyendo imágenes de alta definición, audio y data sin interrupciones, con un mínimo de atraso de las señales sin interferencia. En diciembre de 2005 se realizó por primera vez en la historia de la minería mundial, una demostración en la que un trabajador de la división Andina operó en línea desde Tokio los martillos picadores de rocas que están al interior de la mina subterránea en Chile. El segundo proyecto corresponde a la aplicación de una tecnología inalámbrica en un rango de frecuencia superior al comercial (26 GHz), que permite la vigilancia visual remota de los movimientos dentro de la excavación para mejorar la eficiencia y seguridad de la operación, además de establecer una red vía WIPAS (*Wireless IP Access System*) que se caracteriza por tener una alta velocidad de transmisión de data (velocidad máxima de hasta 80Mbps) y que facilita el manejo de información en línea.

Respecto a Chile, el informe del PBCT señala que:

- Existen cerca de 2.000 empresas TIC, donde un 20% de las empresas se dedica al hardware, un 24% al software y un 56% a los servicios¹⁶. De entre ellas 44% son microempresas (menos de 10 empleados), 44% son pequeñas empresas (10 a 49 empleados) y el 12% son medianas y grandes empresas. Su tamaño (sin contar telecomunicaciones) gira en el entorno de los US\$ 1.000 millones.
- En Chile son escasas las empresas TICs que cuentan con certificación de reconocimiento internacional tales como CMMI (Capability Maturity Model Integrated) del Software Engineering Institute (SEI) en sus diferentes niveles, o ISO 9000/2000 entre otros. Esta área constituye un pilar absolutamente necesario para ser reconocidos como país exportador de software.
- Las empresas mineras nacionales requieren software y lo han encargado mayoritariamente a empresas internacionales, que han aprovechado las oportunidades que les han sido otorgadas para capturar el conocimiento e incorporarlo en sus productos, capitalizando con creces su inversión. En cambio, las empresas nacionales no han efectuado negocios adicionales a partir de su participación en proyectos TIC mineros. La mayor parte de ellas han actuado como integradoras de tecnologías provenientes de otros países. Se estima que el gasto TIC en minería alcanza los US\$ 100 millones.
- Sin embargo, existen algunas experiencias de empresas nacionales que han hecho interesantes desarrollos para el área minera, y que han obtenido resultados variados:

✓ Optimisa (motor de objetos mineros, El Teniente)

16 Fuente: Diagnóstico de la Industria de Tecnologías de Información en Chile, Programa Chile Innova, Ministerio de Economía, Noviembre 2003

- ✓ Contac (sistema Rutrak para la gestión de los recursos de la mina Salvador y Andina)
 - ✓ Orden (Sistema SAOM: Control de operaciones en la mina de El Salvador)
 - ✓ Exedra (Software Aramis, para la comercialización de cobre)
 - ✓ Hypernet (Gestión del conocimiento en los proceso de desarrollo de mercados, sustentabilidad y medio ambiente)
- El desarrollo de proyectos de software a la medida ha sido interesante en Chile, aunque no se ha escalado a productos comercializables. Una excepción sería la empresa Exedra, que luego de su desarrollo fue adquirida por la compañía australiana Mincom, que incluyó el producto en su suite. Un estudio más en detalle de este caso podría arrojar una interesante visión acerca de una posible estrategia a seguir. Al respecto, algunos factores críticos de su éxito fueron:
 - ✓ Focalización: apoyo a un determinado proceso de la cadena de valor del negocio minero.
 - ✓ Globalización: dada la condición anterior el mercado chileno no da para que una empresa se desarrolle, por lo tanto es fundamental tener una mirada global y ampliar el mercado a todas las mineras del mundo.
 - ✓ Ser líderes del mercado: cuando se ataca un nicho de mercado se debe ser el número uno.

En la actualidad la mayor parte de las empresas TIC mineras en Chile están enfocadas a dar una solución total al cliente, lo cual si bien es bastante usado a nivel internacional para comenzar un negocio, es considerado solo una primera fase.

6 REFLEXIONES FINALES

El número de proyectos de inversión y exploración minera que podrían materializarse en los próximos años, sumado a la dotación de recursos minerales con los que Chile dispone, indican que la demanda de bienes e insumos para sustentar la actividad desarrollará un mercado de productos y servicios de mayor tamaño y diversidad que deberá adaptarse rápidamente a las exigencias de la industria extractiva, enfrentada a desafíos de diversa naturaleza.

La situación actual muestra que si bien es cierto, existe una parte importante de bienes e insumos requeridos por las empresas mineras que son importados, la detección temprana de nuevas necesidades al interior de la industria generará campos de acción donde las empresas proveedoras y prestadoras de servicios locales, junto a los esfuerzos del sector público para fomentar la innovación y el desarrollo del capital humano, podrían contribuir a generar las competencias críticas para avanzar en el desarrollo del cluster minero y a incrementar la capacidad exportable de productos y servicios concebidos en el campo del “conocimiento intensivo”.

Es interesante considerar el análisis de países que sin contar con desarrollos mineros importantes abastecen de bienes de capital e insumos especializados a las operaciones mineras. Es el caso de Japón (camiones y neumáticos de alto relieve) e Irlanda (reactivos químicos). Australia, por su parte, participa en menor medida de los montos importados por la minería chilena de bienes e insumos. No obstante lo anterior, lo que debe tenerse presente es que este país cuenta con una oferta exportable de servicios de tecnología minera que se ha consolidado en los últimos años en la áreas de automatización de procesos, desarrollo de tecnologías para el corte de roca dura, software de planificación minera, tecnología de automatización de camiones mineros y palas de carguío, modelamiento y control de gas, agua y geomecánica, tecnología de mapeo de terreno y otros.

En este contexto, más allá de aspirar a desplazar a países como Estados Unidos, Alemania, Suecia o Japón en la fabricación de equipos para la minería, el sector de proveedores de Australia en coordinación con el gobierno han desarrollado productos especializados con énfasis en la creación de servicios mineros tecnológicos funcionales a nuevas necesidades de la industria y en algunos casos complementarios a los tradicionales equipos utilizados en la industria. Un análisis detallado de la experiencia australiana y de su institucionalidad puede convertirse un punto de partida interesante para seguir avanzando en la estrategia de fortalecer las capacidades nacionales de innovación y potenciar el cluster minero.

BIBLIOGRAFIA

- Arce, P, “Sector Proveedores de la Minería”, Direcon, Prochile, Memoria, 2006
- Area de Negocios Abastecimiento, CODELCO “Gerencia Corporativa de Abastecimiento”, CODELCO, Chile, folleto institucional, 2005
- Barría, D., ARA, “Asociatividad en la construcción”, Presentación en 148° Consejo Regional de la Cámara Chilena de la Construcción, Chile, 2004.
- COCHILCO, “Estadísticas del Cobre y otros Minerales 1986-2005”, Comisión Chilena del Cobre, Chile, 2006, ISSN 0716-8462. Disponible en: www.COCHILCO.cl
- CRDI-COCHILCO “Desarrollo e Innovación Tecnológica Minera en América Latina: Estudio de Casos”, Chile, 2006.
- Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, “Proyecto Transición Ujina Rosario”, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, Presentación en Seminario “Ciclo Inversional de los Proyectos Mineros” organizado por COCHILCO, Chile, 2004.
- Echeverría, F., Cámara Chilena de la Construcción, “Internalización de los servicios de ingeniería y construcción: una opción de desarrollo para Chile”, Presentación en Seminario organizado por el Colegio de Ingenieros de Chile y la Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile (A.I.C), 2003.
- Editec, “Compendio de la Minería Chilena”, Editec, Chile, 2006, Inscripción ISSN 0716-5153.
- Estudios mineros (Perú), Presentación con resultados del estudio de mercado para proveedores de bienes, insumos y servicios demandados por la minería boliviana y peruana, realizado a petición de La Universidad Arturo Prat, Santiago, Octubre de 2006.
- Fundación Chile, Presentación “Las Inversiones Mineras y el Impacto en la Demanda por Bienes y Servicios Ambientales”, Área de Medioambiente y Metrología Química de Fundación Chile y Asociación de Empresas y Profesionales del Medio Ambiente (AEPA), Septiembre 2005.
- Godoy, D., CMS tecnología S.A., “Evolución de la Externalización de los Servicios de Mantenimiento en la Minería del Cobre: Experiencia de Empresa”, Presentación en el IV foro de Mantenimiento e Industria Data Stream, 2005.

- Mc Niven, P., CODELCO, “Modelo de Negocio de abastecimiento de CODELCO”, Presentación en 9° Encuentro de CODELCO con Proveedores y Contratistas, 2004.
- Morandé, F., “La Construcción, motor y Compañía del Crecimiento”, en *Crecimiento en Chile: Una Mirada desde los Sectores*, Primera Conferencia Económica de la Cámara Chilena de la Construcción, F. Morandé y J. Quiroz (editores), pag. 175-197, Chile, 2003.
- Morandé, F., “Macroeconomía y Construcción”, Presentación Informe Mach 10, Cámara Chilena de la Construcción, Chile, 2005.
- Olivares, G., Valenzuela, A, “Oportunidades de Negocios en la minería del cobre: Potencial Demanda de bienes, insumos y servicios mineros”, *“Mercado del Cobre y Desarrollo Sustentable en la Minería”*, Comisión Chilena del Cobre, Chile, 2006, Inscripción N ° 145.926, ISBN 956-8242-05-8.
- Pérez, V., “El mercado del ácido sulfúrico en Chile proyectado al año 2015”, COCHILCO, informe, Chile, 2006.
- Plan Bicentenario de Ciencia y Tecnología, Estudio “Identificación de Oportunidades de Negocio Globales en Base a Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs) para el Cluster Minero y Relacionados”, 2005
- ProChile & otros, “Internalización de los servicios de ingeniería y construcción: una opción de desarrollo para Chile”, informe, Chile, 2004.
- Revista Ingenieros N°21, “Informe elaborado por la Corporación de Bienes de Capital para Revista Ingenieros”, Chile, 2004.
- Valenzuela, A., Arias, M., “Oportunidades de Negocios en la minería del cobre. Potencial Demanda de bienes e insumos mineros”, *“Mercado del Cobre y Desarrollo Sustentable en la Minería”*, Comisión Chilena del Cobre, Chile, 2005, Inscripción N ° 145.926, ISBN 956-8242-03-1.
- Valenzuela, A., “Desarrollo del Cluster Minero en Chile: Estado Actual”, en *Mercado del Cobre y Desarrollo Sustentable en la Minería*, Comisión Chilena del Cobre, Chile, 2003, Inscripción N ° 131636, ISBN 956-8242-01-5.
- Valenzuela, A., Arias, M., “Hacia una mayor producción nacional de bienes e insumos mineros”, informe interno, Comisión Chilena del Cobre, Chile, 2005.
- Valenzuela, L, AIC, “Internalización de los servicios de ingeniería y construcción: una opción de desarrollo para Chile”, presentación en Seminario organizado por el Colegio de Ingenieros de Chile y la Asociación de Empresas consultoras de Ingeniería de Chile (A.I.C), 2003.

Páginas web:

- <http://www.aprimin.cl>
- <http://www.minexportchile.cl>
- http://www.aic.cl/A008001_mision.htm
- <http://www.ara.cl/interior/destacados/ccs.html>
- <http://www.bbschile.com>
- <http://www.CODELCO.com>
- <http://www.collahuasi.cl>
- <http://www.aduana.cl>
- <http://www.consejominero.cl>
- <http://www.editec.cl>
- <http://www.editec.cl/mchilena/dic2004/Articulo/mineria.htm>
- <http://www.clusterminero.cl/>
- <http://www.inacesa.cl>
- <http://www.michelin.com>
- http://web.idrc.ca/es/ev.php?ID=1_201&ID2=DO_TOPIC
- <http://www.agendadigital.cl>
- <http://www.ticschile.cl>
- <http://www.corfo.cl>
- <http://www.pbct.cl>
- <http://www.fundacionchile.cl>
- <http://www.sonami.cl>
- <http://www.aia.cl>
- <http://www.aii.cl>
- <http://www.mel.cl>
- <http://www.mch.cl>
- <http://www.sicep.cl>
- <http://www.prochile.cl>
- <http://www.minexportchile.cl>

Este trabajo fue elaborado por:

Guillermo Olivares Q.

Noviembre de 2007