

COCHILCO

COMISIÓN CHILENA DEL COBRE
Dirección de Estudios y Políticas Públicas

CONSUMO DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE 2009

DE/10/10

Registro de Propiedad Intelectual

© N°198544

INDICE

I.	INTRODUCCION.....	3
II.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
III.	ALCANCE DEL ESTUDIO.....	3
IV.	METODOLOGÍA.....	4
V.	EXTRACCIONES DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE.....	5
5.1	Consumo de Agua en la minería del Cobre en Chile.....	5
5.2	Análisis de Resultados.....	6
5.2.1	Extracciones.....	6
5.2.2	Consumo Unitario de Agua Fresca en Concentración e Hidrometalurgia9	
VI.	CONCLUSIONES.....	10
	ANEXO.....	11

I. INTRODUCCION

El agua es un recurso natural único y escaso. En relación a la industria minera, sus procesos son altamente dependientes de un continuo acceso al agua para su desarrollo, por ende el recurso hídrico constituye un recurso estratégico para la actividad. Asimismo, si se considera que la minería en Chile se desarrolla esencialmente en la zona norte del país, zona de extrema aridez en la que el agua tanto superficial como subterránea es un bien escaso, el agua se constituye en un insumo crítico, estratégico y de alto costo. Por tanto, la disponibilidad y gestión del agua resultan clave en la minería.

En el año 2008 la Mesa Público Privada Nacional del Recurso Hídrico generó información clave con datos al año 2006, sobre la situación de la minería respecto al recurso hídrico a través del estudio “Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, regiones centro-norte de Chile”, elaborado por Proust Consultores (representando a Consejo Minero y la Sociedad Nacional de la Minería) en conjunto con la Dirección General de Aguas. Este trabajo fue el paso inicial en dar a conocer los consumos de agua de la minería en el país y además, informar sobre los avances del sector en la eficiencia en el consumo unitario de agua fresca en los procesos de concentración e hidrometalurgia en el período 2000-2006.

Sobre la base de los logros alcanzados, COCHILCO ha decidido avanzar en la recopilación, sistematización y análisis de información del consumo de agua en las faenas mineras con el objeto de proporcionar información de calidad sobre la situación actual de la minería frente al recurso hídrico y de dar comienzo a la creación de una base de datos que se pueda seguir actualizando con el paso del tiempo mostrando la evolución del consumo y la demanda de agua del sector minero.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el consumo de agua fresca o make-up que emplean las faenas mineras en los procesos de la minería del cobre (concentración e hidrometalurgia).
- Establecer la tasa promedio nacional de consumo unitario de agua fresca, en los procesos de concentración e hidrometalurgia.

III. ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio analiza la información de consumos y tasas unitarias de consumo de agua fresca de las principales mineras del cobre del país comprendidas entre la XV y la VI Región del país, zonas en las cuales se desarrolla la actividad minera nacional. Cabe destacar que las empresas mineras analizadas en este estudio representan el 99% de la producción de cobre de Chile del año 2009. Ver Tabla 1 de Anexo.

Cabe señalar, que el presente trabajo no considera las extracciones de agua de mar, aguas adquiridas a terceros o aguas halladas¹ en labores mineras.

¹ Respecto a estos dos últimos tipos de aguas, no existe información precisa acerca de la cantidad que significan dada la inexistencia de la obligación de informarlas. Sin perjuicio de esto, expertos consideran que son volúmenes que, si bien en casos puntuales pueden ser relevantes, no alteran la representatividad de las cifras de la DGA cuando se considera al sector minero como un todo.

IV. METODOLOGÍA

La información en la cual se basa el presente estudio, fue recopilada de la encuesta que realiza anualmente COCHILCO a las empresas mineras respecto del consumo de combustibles y energía eléctrica en cada una de las áreas de producción de cobre. En el presente año 2009, en el contexto de la Mesa Minera del Programa País de Eficiencia Energética, a la encuesta anual antes mencionada se le incorporó por primera vez la solicitud de información de algunos otros parámetros que se estimaron relevantes, como los relacionados al consumo de agua en la faena, necesarios para calcular los consumos unitarios de cada una de las etapas de producción del cobre primario.

Es así como para este trabajo, se extrajo de la encuesta los datos de extracción y uso de agua fresca en los procesos productivos de concentración e hidrometalurgias proporcionados por las empresas encuestadas, clasificando la información por región. Es importante señalar que la información provista por las empresas mineras tiene carácter reservado, por ende los resultados presentados en este estudio son en forma agregada.

V. EXTRACCIONES DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE

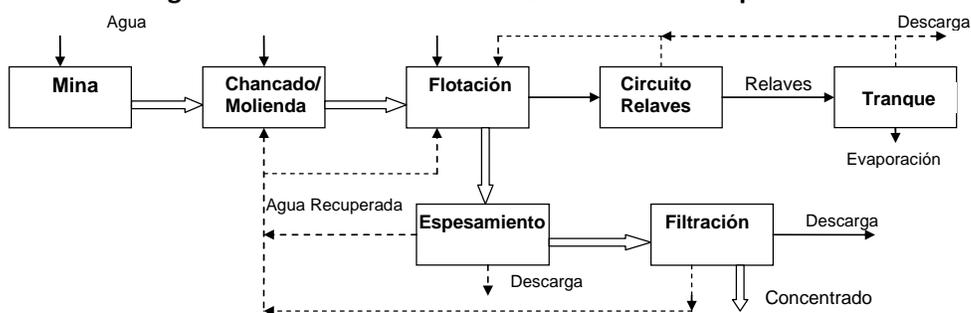
5.1 Consumo de Agua en la minería del Cobre en Chile

El consumo de agua incluye todas aquellas actividades en las que el uso de agua produce pérdidas en relación a la cantidad inicial suministrada.

En la minería del cobre, el agua se utiliza fundamentalmente en el proceso de concentración para la producción de concentrados, y en el proceso hidrometalúrgico para la producción de cátodos. En particular, dentro de la cadena productiva del cobre, el agua utilizada en el procesamiento de minerales representa el mayor consumo de agua con respecto a los volúmenes totales.

En las plantas concentradoras el tratamiento de minerales sulfurados involucra el chancado y molienda del mineral, seguido por la flotación, clasificación y espesamiento (Ver Figura 1). Los consumos más significativos de agua se presentan en la flotación, el transporte de concentrados y relaves, y la evaporación e infiltración en los tranques.

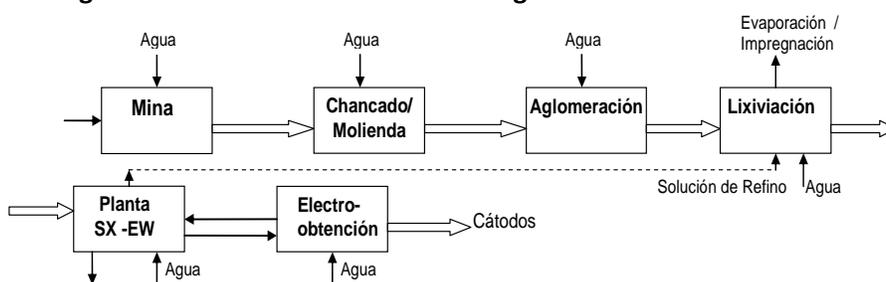
Figura 1 Procesamiento de Minerales Sulfurados por Flotación



Fuente: Elaboración COCHILCO

En tanto la recuperación de cobre a partir de minerales oxidados y de algunos sulfuros secundarios de cobre se hace a través del proceso hidrometalúrgico, que consta de los procesos de lixiviación (LX), extracción por solventes (SX) y electro-obtención (EW) (Ver Figura 2). Los factores más variables en cuanto a consumo de agua son la evaporación en las pilas, el descarte de soluciones (el que depende, entre otros factores, de la cinética de dilución del mineral) y el lavado de las soluciones orgánicas.

Figura 2 Procesamiento Hidrometalúrgico de Producción de Cobre



Fuente: Elaboración COCHILCO

Es relevante señalar que cada proceso u operación unitaria presenta diferentes consumos unitarios de agua fresca o make up, tanto porque utiliza en mayor o menor medida volúmenes de agua para contribuir a la eficiencia del proceso como por las diferencias en las condiciones operacionales de las distintas faenas mineras.

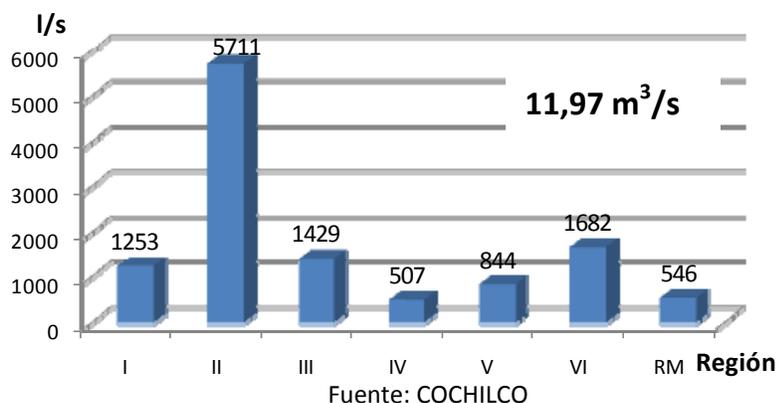
5.2 Análisis de Resultados

5.2.1 Extracciones

En gráficos 1 y 2 se muestra los resultados de la recopilación y sistematización que realizó COCHILCO en base a la información sobre extracciones y consumos de agua fresca informada por las empresas de la minería del cobre en Chile para el año 2009².

Se observa en la distribución de extracciones de agua fresca a nivel nacional, que la II Región de Antofagasta tiene el máximo consumo de agua fresca con 5.711 l/s en el año 2009, lo que está en directa relación a que Antofagasta comparativamente tiene la mayor producción de cobre con un 57% de la producción total de cobre fino contenido en el país.

Gráfico 1: Extracciones Totales de Agua Fresca de la Minería del Cobre por Región (l/s) Año 2009



En segundo lugar de extracción de agua fresca, se ubica la VI Región de O'Higgins con 1682 l/s que tiene el 8% de la producción total de cobre en el país, seguido por la III Región de Atacama con 1429 l/s que figura con el 12% de la producción de cobre y la I Región de Tarapacá con 1253 l/s que produce el 6% del cobre total. Luego se ubican la V Región de Valparaíso con 844 l/s que tiene un 7% de la producción nacional de cobre y finalmente las menores extracciones de agua fresca están en las regiones Metropolitana con 546 l/s y la IV Región de Coquimbo con 507 l/s. La V y IV región producen un 5% y 6% respectivamente de la producción total de cobre.³

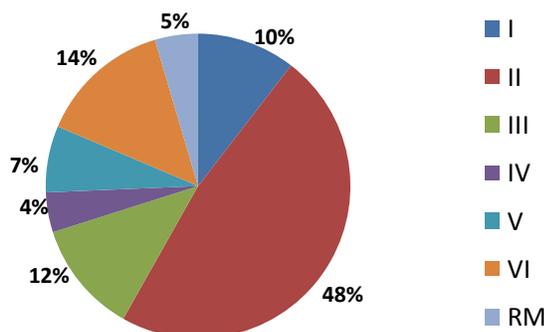
Es así como las extracciones de agua informadas por las empresas mineras del cobre para el año 2009 alcanzan un promedio anual de 11,97 m³/s. Cabe señalar al respecto que esta cifra no incluye agua de mar ni agua alumbrada en las operaciones mineras.

A continuación en Gráfico 2, se muestra que en términos porcentuales la II Región representa el 48% de las extracciones totales de agua fresca en el país. Luego se ubica la VI Región con el 14% respecto a extracciones totales, seguido por la III Región que figura con el 12%, la I Región con el 10% y finalmente las Regiones V con un 7%, Metropolitana con el 5% y la IV Región que tiene el 4% de las extracciones totales de agua fresca en Chile en el año 2009.

² Ver Tabla 1 de Anexo que muestra el listado de operaciones de la minería del cobre consideradas en este estudio.

³ Ver Tabla 2 de Anexo que muestra producción total de cobre por Región en el año 2009

Gráfico 2: Consumos Totales de Agua fresca por Región (%)

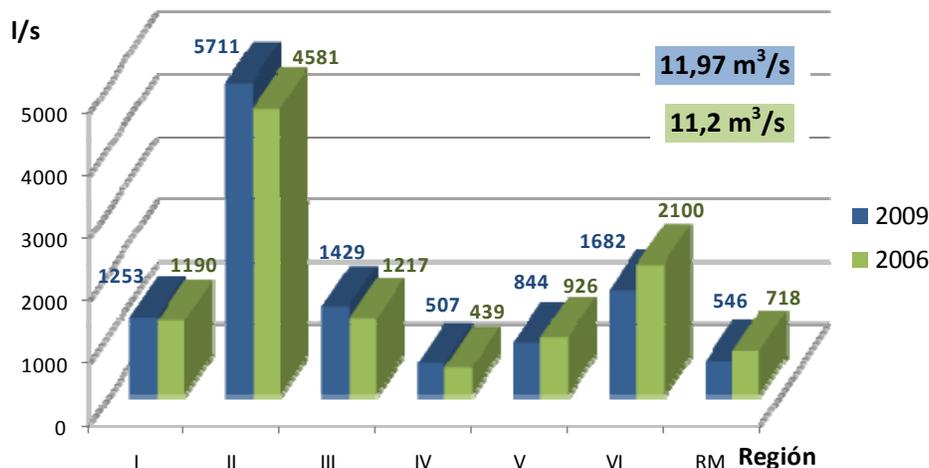


Fuente: COCHILCO

Si se analiza como ha sido la evolución de las extracciones de agua fresca por parte del sector minero del cobre entre el año 2006 y el 2009, en Gráfico 3 se puede observar que en líneas generales las extracciones de agua son similares con excepción de la II Región de Antofagasta que en el año 2009 evidencia un incremento en las extracciones de agua fresca respecto del año 2006 y de las regiones de la zona central V, VI y RM que han disminuido las extracciones de agua fresca respecto a lo informado en el año 2006.

Es importante señalar en este punto que los datos de extracción de agua fresca en el año 2006 contemplaron empresas de la gran minería del cobre que representaban el 96% de la producción de cobre. Sin embargo, la muestra analizada en el año 2009 es más amplia abarcando además empresas de mediana minería del cobre y que en conjunto representan el 99% de la producción total de cobre en el país. Por lo tanto, la comparación que se muestra a continuación en Gráfico 3 y que se analiza posteriormente, es más bien a modo referencial de forma de tener una idea, si bien no con cifras comparativamente exactas, pero si lo suficientemente cercana a la realidad de cómo ha sido la evolución en las extracciones de agua en el período 2006-2009.

Gráfico 3: Comparación de las Extracciones Totales de Agua Fresca de la Minería del Cobre por Región (l/s) 2006-2009



¹ Fuente: Estudio "Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, regiones centro-norte de Chile", marzo 2008.

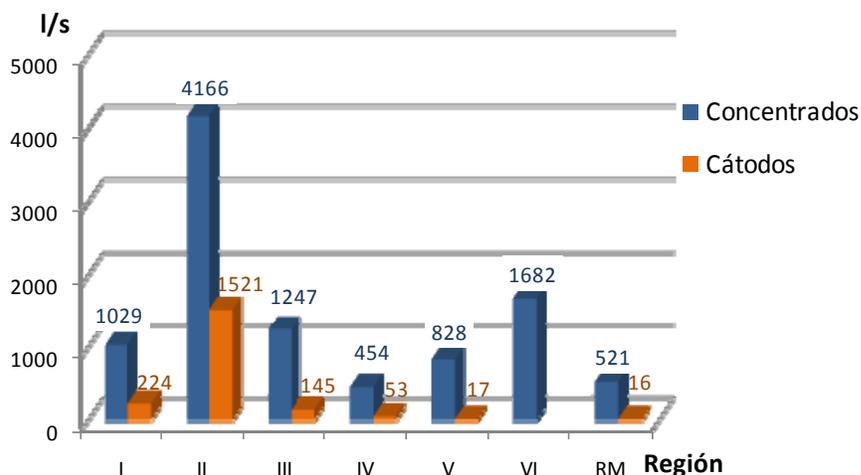
² Fuente: COCHILCO

Respecto al aumento en las extracciones de agua fresca observado en la II Región en el período 2006 - 2009, además de lo anteriormente expuesto también cabe considerar que hay nuevos proyectos en operación en la Región en relación al año 2006 y que algunas operaciones (ya existentes en el 2006) han incrementado su nivel de producción de cobre fino en el período 2006-2009.

Respecto a la situación en la zona central, si bien su nivel de producción de cobre en líneas generales se ha mantenido para el período 2006-2009⁴ en Gráfico 2 se observa que las extracciones de agua informadas en el año 2009 han disminuido respecto al año 2006. En estas circunstancias normalmente un menor consumo de agua de make up debiera ser por el incremento en la eficiencia del uso de este recurso en los procesos de producción, ahora bien dada las condiciones de la zona central en la que no hay escasez de agua comparada con el norte es importante señalar que pueden haber otros factores que influyan en esta disminución del consumo de agua fresca declarado por las empresas, como la existencia de aguas provenientes de aguas lluvia, deshielos, entre otras fuentes, y aguas alumbradas, que actualmente no hay obligación de declararlas y que eventualmente pueden ser utilizadas en los procesos de producción. En este estudio este tipo de aguas no son consideradas en el análisis de datos.

A modo de comparación, en el año 2006 para una producción nacional de cobre fino estimada de 5,1 millones de toneladas⁵, las extracciones de agua fresca fueron alrededor de 11,2 m³/s. En tanto en el año 2009 para una producción estimada de 5,3 millones de toneladas de cobre fino⁶ las extracciones de agua son de 11,97 m³/s.

Gráfico 4: Consumos de Agua Fresca para Producción de Concentrados y Cátodos por Región (l/s) Año 2009



Fuente: COCHILCO en base a información proporcionada por empresas

Al analizar los datos de consumo de agua fresca para la producción de concentrados y cátodos de cobre en el país, en el Gráfico 4 se puede observar que los mayores consumos son en la

⁴ Fuente: COCHILCO

⁵ Esta cifra representa el 96% de la producción total de cobre en el año 2006 estimada por COCHILCO que fue de 5,36 millones de toneladas

⁶ Esta cifra representa el 99% de la producción total de cobre en el año 2009 estimada por COCHILCO que fue de 5,389 millones de toneladas

producción de concentrados lo que es consecuente con que su consumo unitario de agua fresca (0,72 m³/ton) es alrededor de 6 veces más que el necesario para producir cátodos (0,13 m³/ton). (Detalles de los consumos unitarios en sección 5.2.2) y asimismo con que la producción nacional de cobre fino contenido en concentrados es también bastante superior a lo producido en cátodos⁷.

Para la producción de concentrados de cobre, los consumos de agua fresca son liderados por la II Región que igualmente agrupa la mayor producción de concentrados en el país con el 42%. Luego los mayores consumos de agua fresca para este producto se presentan en la VI Región que produce el 12% de concentrados, seguido por la III Región y I región que producen el 7% y 15% de producción de concentrados. Comparativamente los menores consumos de agua fresca se presentan en la V Región que tiene el 8% de la producción de concentrados de cobre del país, seguido por la Región Metropolitana y IV Región que producen respectivamente el 6% y 12% de la producción total de concentrados de cobre en el país⁸.

Respecto a los consumos de agua fresca necesarios para la producción de cátodos de cobre en el país, el Gráfico 4 muestra que comparativamente el mayor consumo de agua fresca es en la II Región, que produce a su vez el 80% de los cátodos de cobre en Chile. Luego se ubican la I y III Región que representan el 11% y 6% de la producción total de cátodos de cobre. Seguidamente los menores consumos de agua para producción de cátodos están en el resto de las regiones IV V y RM que en conjunto tienen una producción de cátodos de alrededor del 3%.

5.2.2 Consumo Unitario de Agua Fresca en Concentración e Hidrometalurgia

La Tabla 1 muestra un cuadro comparativo entre los consumos unitarios promedio de agua fresca para los procesos de concentración e hidrometalurgia en el año 2006⁹ y los estimados por COCHILCO para el año 2009.

Tabla 1 Consumos unitario promedio de agua por mineral tratado en procesos de concentración e hidrometalurgia

PROCESOS	Consumo Unitario de Agua Fresca m ³ /ton mineral tratado	
	Año 2006 ¹	Año 2009 ²
Concentración	0,79 (0,3-2,1)	0,72 (0,3-2,0)
Hidrometalurgia	0,13 (0,08-0,25)	0,13 (0,07-0,92)

¹ Fuente: Estudio "Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, regiones centro-norte de Chile", marzo 2008.

² Fuente: COCHILCO

En relación al consumo de agua fresca en el proceso de concentración, las cifras señalan que la tasa unitaria de consumo entre el año 2006 y 2009 se ha mantenido en un rango similar, en torno

⁷ Fuente: Anuario de Estadísticas del cobre y otros minerales 1990-2020, CCOCHILCO, 2009.

⁸ Estimaciones de porcentajes de producción de concentrados y cátodos de cobre en el país por Región fueron estimados en base a información proporcionada por empresas y el Anuario de Estadísticas del cobre y otros minerales, COCHILCO, 2009, Ver Tabla 3 de Anexo.

⁹ Cifras estimadas por Proust Consultores y DGA con datos del año 2006

a 0,3-2,0 m³/ton. En general los valores más altos corresponden a operaciones en que no es posible recircular las aguas desde los depósitos de relave puesto que el tranque y/o los espesadores están ubicados a menor altura sobre el nivel del mar que la respectiva planta concentradora, por tanto resulta demasiado caro bombear agua de vuelta al proceso. En cambio los valores más bajos se dan en operaciones que han maximizado la recirculación desde los espesadores y tranques.

No obstante lo anterior, si bien el rango de consumo unitario de make up se ha mantenido entre el año 2006 y 2009, en términos promedio, el consumo unitario de agua fresca se ha reducido desde 0,79 m³/ton a 0,72 m³/ton en el mismo período.

En lo referente a la tasa unitaria de consumo de agua fresca en los procesos de hidrometalurgia esta fluctuaba en un rango de 0,08 a 0,25 m³/ton en el año 2006 y entre 0,07-0,92 m³/ton en el 2009. Los valores más bajos se han mantenido en torno a 0,07-0,08 m³/ton en el período analizado. En tanto en la diferencia en los valores más altos de 0,25-0,92 m³/ton en período 2006-2009 es importante señalar que la muestra en el año 2009 es más amplia respecto a la analizada en el año 2006 y además abarca empresas de mediana minería del cobre.

Ahora bien en términos promedio, el consumo unitario de agua fresca se ha mantenido en 0,13 m³/ton entre el año 2006 al 2009, de lo cual se deduce que en líneas generales las plantas hidrometalúrgicas de la minería del cobre, han mantenido el avance logrado en esta década¹⁰ respecto al uso eficiente del agua fresca en el proceso lo cual refleja los esfuerzos en todas aquellas operaciones que han aprovechado la recirculación de soluciones, evitando infiltraciones y minimizando la evaporación.

VI. CONCLUSIONES

- Las extracciones de agua informadas por las empresas mineras del cobre para el año 2009 alcanzan un promedio anual de 11,97 m³/s. Cabe señalar al respecto que esta cifra no incluye agua de mar ni agua alumbrada en las operaciones mineras.
- En términos porcentuales la II Región representa el 48% de las extracciones totales de agua fresca en el país. Luego se ubica la VI Región con el 14% respecto a extracciones totales, seguido por la III Región que figura con el 12%, la I Región con el 10% y finalmente las Regiones V con un 7%, Metropolitana con el 5% y la IV Región que tiene el 4% de las extracciones totales de agua fresca en Chile en el año 2009.
- En relación al consumo unitario de agua fresca para la producción de concentrados este es de 0,72 m³/ton y para la producción de cátodos es de 0,13 m³/ton de mineral procesado.
- En términos generales los consumos unitarios de agua fresca tanto para el proceso de concentración como el de hidrometalurgia son similares en el período analizado 2006-2009, lo cual indica que en promedio se han mantenido los avances logrados en la última década por las empresas mineras del cobre en usar eficientemente el agua en sus operaciones.

¹⁰ En el año 2000 el consumo unitario promedio de agua fresca para la hidrometalurgia era de 0,3 m³/ton, Fuente: Documento "Uso eficiente de aguas en la industria minera" APL 2002

ANEXO

Tabla 1: Operaciones de la minería del cobre consideradas en este estudio

REGIÓN	OPERADOR	OPERACION	Tipo
I	Doña Inés de Collahuasi	Collahuasi	Concentrados SX-EW
	Teck	Quebrada Blanca	SX-EW
	BHP Billiton	Cerro Colorado	SX-EW
II	Anglo American Chile	Mantos Blancos	Concentrados SX-EW
	Cerro Dominador	Cerro Dominador Planta Callejas Zamora	Concentrados SX-EW
	Las Cenizas	Las Cenizas Taltal	Concentrados
	Cerro Dominador	Planta Sta. Margarita	SX-EW
	BHP Billiton	Escondida Escondida Pilas Escondida Lix.Sulfuros	Concentrados SX-EW
	Codelco Norte	Chuquicamata Sulfuros RT Mina Sur Chuqui RT Gaby	Concentrados SX-EW
	Barrick	Zaldivar	SX-EW
	BHP Billiton	Spence	SX-EW
	Antofagasta Minerals	El Tesoro	SX-EW
	Antofagasta Minerals	Michilla	SX-EW
	Freeport Mc Moran	El Abra	SX-EW
Xstrata	Lomas Bayas	SX-EW	
III	Codelco Chile	Salvador	Concentrados SX-EW
	Freeport Mc Moran	Candelaria	Concentrados
	Freeport Mc Moran	Ojos del Salado	Concentrados
	ENAMI	Planta Vallenar	Concentrados SX-EW
	ENAMI	Planta Matta	Concentrados SX-EW
	Anglo American Chile	Manto Verde	SX-EW
	ENAMI	Salado	SX-EW
IV	Antofagasta Minerals	Los Pelambres	Concentrados
	Teck	Andacollo	SX-EW
V	Anglo American Chile	El Soldado	Concentrados SX-EW
	Las Cenizas	Las Cenizas Cabildo	Concentrados
	Codelco Chile	Andina Rajo	Concentrados
VI	Codelco Chile	El Teniente	Concentrados
Metropolitana	Anglo American Chile	Los Bronces	Concentrados SX-EW

Tabla 2: Producción total de cobre por Región año 2009

REGIÓN	PRODUCCIÓN miles de toneladas de Cu fino	% PRODUCCIÓN Cu fino
I	717	13%
II	3036	57%
III	335	6%
IV	340	6%
V	264	5%
VI	408	8%
RM	235	4%

Fuente: COCHILCO en base a información proporcionada por empresas encuestadas

Tabla 3: Producción de Cobre por Producto y Región año 2009

REGIÓN	PRODUCCIÓN miles de toneladas de Cu fino Concentrados	% PRODUCCIÓN Concentrados	PRODUCCIÓN miles de toneladas de Cu fino Cátodos	% PRODUCCIÓN Cátodos
I	493	15%	225	11%
II	1386	42%	1650	80%
III	222	7%	113	6%
IV	322	10%	18	1%
V	259	8%	4	0,2%
VI	408	12%	—	0%
RM	190	6%	45	2%

Fuente: COCHILCO en base a información proporcionada por empresas encuestadas

**Este trabajo fue elaborado en la
Dirección de Estudios y Políticas Públicas por**

Rossana Cristina Brantes Abarca

Octubre 2010