



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

La Nueva Mediana Minería - 2008

Consumo de Agua en la Minería Nacional Zona Centro - Norte de Chile

13 de Agosto de 2008

Consumo de Agua.
Zona Centro-Norte
Chile - 2008



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Consumo de Agua en la Minería Nacional Zona Centro - Norte de Chile

13 de Agosto de 2008



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Consumo de Agua en la Minería Nacional Zona Centro - Norte de Chile

13 de Agosto de 2008



Conceptos Básicos Preliminares





Compartimentos e intercambios de Agua

Depósito	Volumen (en millones de km ³)	Porcentaje
Océanos	1.370,00	97,25
Casquetes y glaciares	29,00	2,05
Agua subterránea	9,50	0,68
Lagos	0,125	0,010
Humedad del suelo	0,065	0,005
Atmósfera	0,013	0,001
Arroyo y ríos	0,0017	0,0001
Biomasa	0,00060	0,00004

El agua se distribuye desigualmente entre los distintos compartimentos, y los procesos por los que éstos intercambian el agua se dan a ritmos heterogéneos. El mayor volumen corresponde al océano, seguido del hielo glaciar y después por el agua subterránea. El agua dulce superficial representa sólo una exigua fracción y aún menor el agua atmosférica (vapor y nubes).

Depósito	Tiempo medio de residencia
Glaciares	20 a 100 años
Nieve estacional	2 a 6 meses
Humedad del suelo	1 a 2 meses
Agua subterránea: somera	100 a 200 años
Agua subterránea: profunda	10.000 años
Lagos	50 a 100 años
Ríos	2 a 6 meses

El tiempo de residencia de una molécula de agua en un compartimento es mayor cuanto menor es el ritmo con que el agua abandona ese compartimento (o se incorpora a él). Es notablemente largo en los casquetes glaciares, a donde llega por una precipitación característicamente escasa y que abandona por la pérdida de los bloques de hielo en los márgenes o por la fusión en la base del glaciar, donde se forman pequeños ríos o arroyos que sirven de aliviadero al derretimiento del hielo en su desplazamiento debido a la gravedad. El compartimento donde la residencia media es más larga, aparte el océano, es el de los acuíferos profundos, algunos de los cuales son «fósiles» que no se renuevan desde tiempos remotos. El tiempo de residencia es particularmente breve para la fracción atmosférica, que se recicla muy deprisa.



Los principales procesos implicados en el ciclo del Agua son:

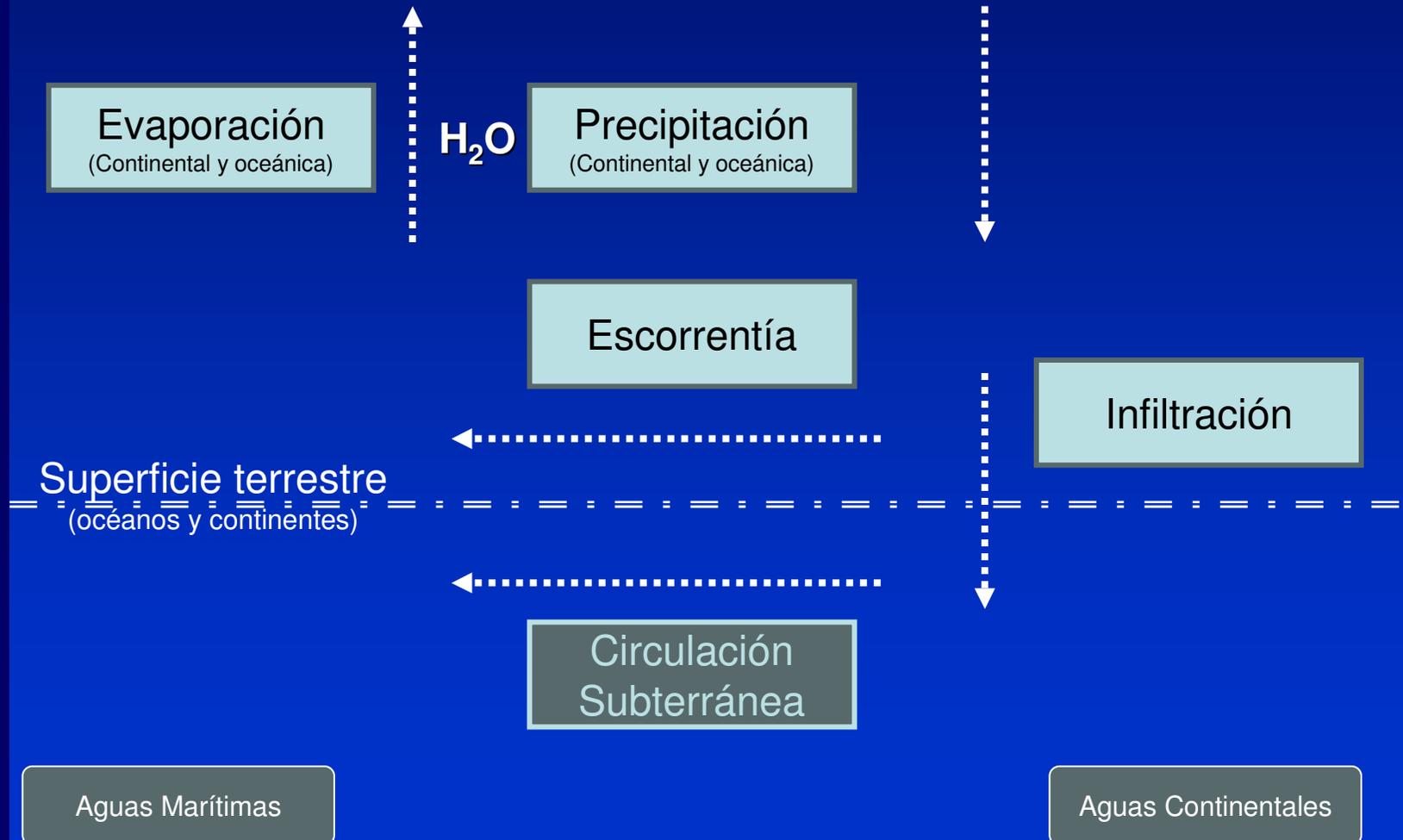
Evaporación. El agua se evapora en la superficie oceánica, sobre el terreno y también por los organismos, en el fenómeno de la transpiración. Dado que no podemos distinguir claramente entre la cantidad de agua que se evapora y la cantidad que es transpirada por los organismos, se suele utilizar el término evapotranspiración. Los seres vivos, especialmente las plantas, contribuyen con un 10% al agua que se incorpora a la atmósfera. En el mismo capítulo podemos situar la sublimación, cuantitativamente muy poco importante, que ocurre en la superficie helada de los glaciares o la banquisa.

Precipitación. La atmósfera pierde agua por condensación (lluvia y rocío) o sublimación inversa (nieve y escarcha) que pasan según el caso al terreno, a la superficie del mar o a la banquisa. En el caso de la lluvia, la nieve y el granizo (cuando las gotas de agua de la lluvia se congelan en el aire) la gravedad determina la caída; mientras que en el rocío y la escarcha el cambio de estado se produce directamente sobre las superficies que cubren.

Infiltración. El fenómeno ocurre cuando el agua que alcanza el suelo penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea. La proporción de agua que se infiltra y la que circula en superficie (escorrentía) depende de la permeabilidad del sustrato, de la pendiente (que la estorba) y de la cobertura vegetal. Parte del agua infiltrada vuelve a la atmósfera por evaporación o, más aún, por la transpiración de las plantas, que la extraen con raíces más o menos extensas y profundas. Otra parte se incorpora a los acuíferos, niveles que contienen agua estancada o circulante. Parte del agua subterránea alcanza la superficie allí donde los acuíferos, por las circunstancias topográficas, interceptan la superficie del terreno.

Escorrentía. Este término se refiere a los diversos medios por los que el agua líquida se desliza cuesta abajo por la superficie del terreno. En los climas no excepcionalmente secos, incluidos la mayoría de los llamados desérticos, la escorrentía es el principal agente geológico de erosión y transporte.

Circulación subterránea. Se produce a favor de la gravedad, como la escorrentía superficial, de la que se puede considerar una versión. Se presenta en dos modalidades: primero, la que se da en la zona vadosa, especialmente en rocas karstificadas, como son a menudo las calizas, la cual es una circulación siempre cuesta abajo; en segundo lugar, la que ocurre en los acuíferos en forma de agua intersticial que llena los poros de una roca permeable, la cual puede incluso remontar por fenómenos en los que intervienen la presión y la capilaridad.



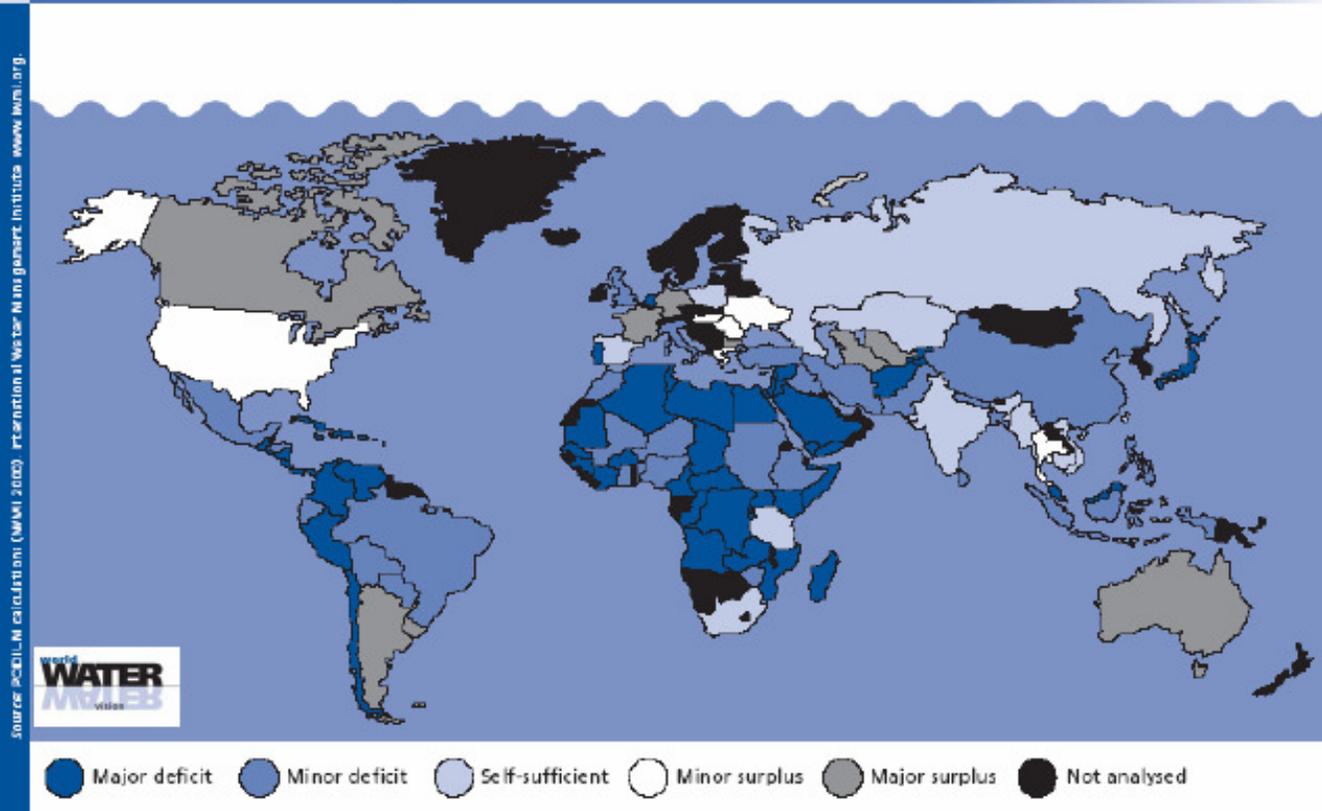


Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Escenario Global: año 2025

Water availability 2025

2 Business as usual scenario, 2025



Consumo de Agua.
Zona Centro-Norte
Chile - 2008

Fuente: WBCSD, 2006



Salidas ≠ Consumo ≠ Derechos

Derechos de Agua en Chile (tipificación simplificada)

Consuntivos
(consumir totalmente)

No Consuntivos
(usarla y restituirla en ciertas condiciones)

Permanentes
(usar siempre)

Eventuales
(sólo en la medida que haya un sobrante)
(prioridad para permanentes)

Continuos
(uso interrumpido)

Discontinuo
(uso sólo en ciertos períodos)

Alternado
(discontinuo compartido entre varios usuarios)



Derechos de Agua

En Chile se ejercen derechos sobre las aguas continentales bajo la jurisdicción de la Dirección General de Aguas (DGA)

Se aplica a aguas superficiales como a aguas subterráneas

Referencia de derechos otorgados (caudales medios, app.)

Acuífero de Copiapó

21 m³/s app. (667 MMm³/año)

Algunos Caudales (medios, app.)

Río Bio-Bio en Rucalhue

500 m³/s

Río Maule en Armerillo

250 m³/s

Río Aconcagua en Chacabuquito

40 m³/s

Río Mapocho en Maipú

25 m³/s

Canal San Carlos

20 m³/s



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

¿Por qué conflictos?

- Operaciones mineras concentradas en el centro norte del país.
- Esta localización de las faenas mineras coincide con zona de escasez de recursos hídricos y energía.
- Zonificación de “áreas protegidas”, y otras iniciativas restrictivas pero no investigativas ni impulsoras de innovación tecnológica.
- Conflicto con distintos sectores productivos, usuarios de recursos hídricos.



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

- **Establecer comparación de derechos y extracciones de agua entre sector minero y sectores sanitario y agrícola, cubriendo regiones centro-norte de Chile, basado en:**
 - ✓ Recopilación de información de derechos y extracciones de agua de empresas mineras. El alcance del análisis contempla:
 - Alrededor del **96%** de producción de **cobre** a nivel nacional.
 - Alrededor del **95%** de producción de **oro** a nivel nacional.
 - Alrededor del **97%** de producción de **plata** a nivel nacional.
 - Uno de los principales productores de minería no-metálica, con producción de 90% de sales de potasio y nitratos; y 53% de yodo y litio.
 - ✓ Recopilación de información de derechos y extracciones de agua de empresas sanitarias (99% de representatividad, año 2006)
 - ✓ Estimación indirecta de derechos y extracciones de agua de sector agrícola a partir de tasas de evapotranspiración y superficies plantadas y sembradas



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Derechos, Extracción y Consumo de Agua:

Sector Minero:

- Catastro Público de Aguas (DGA)
- Informes presentados por empresas mineras a DGA
- Reportes de Sustentabilidad publicados por empresas mineras
- Resoluciones de Calificación Ambiental

Sector Sanitario:

- Catastro Público de Aguas (DGA)
- Memorias de Empresas Sanitarias
- Planes de Desarrollo de Empresas Sanitarias (1997-2006)
- Informe de Gestión SISS
- Resoluciones de Calificación Ambiental

Sector Agrícola:

- Superficies plantadas y sembradas según Censo Nacional Agropecuario 1996-1997

Consumo de Agua.
Zona Centro-Norte
Chile - 2008



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Información Comparada	Sector Minero	Sector Sanitario	Sector Agrícola
Extracciones de agua	Extracción media anual informada	Extracción media anual estimada (*)	Tasa media de evapotranspiración estimada (**)
Derechos de aprovechamiento	Derechos consuntivos	Derechos consuntivos	Tasa media de riego (***)

(*) *Caudal de Extracción = Caudal de Producción + Pérdidas*

(**) *Se estima 0.3 L/s-ha para las regiones I a IV, y 0,22 L/s-ha para las Regiones V, VI y Metropolitana (considerando que no hay riego en el trimestre de invierno)*

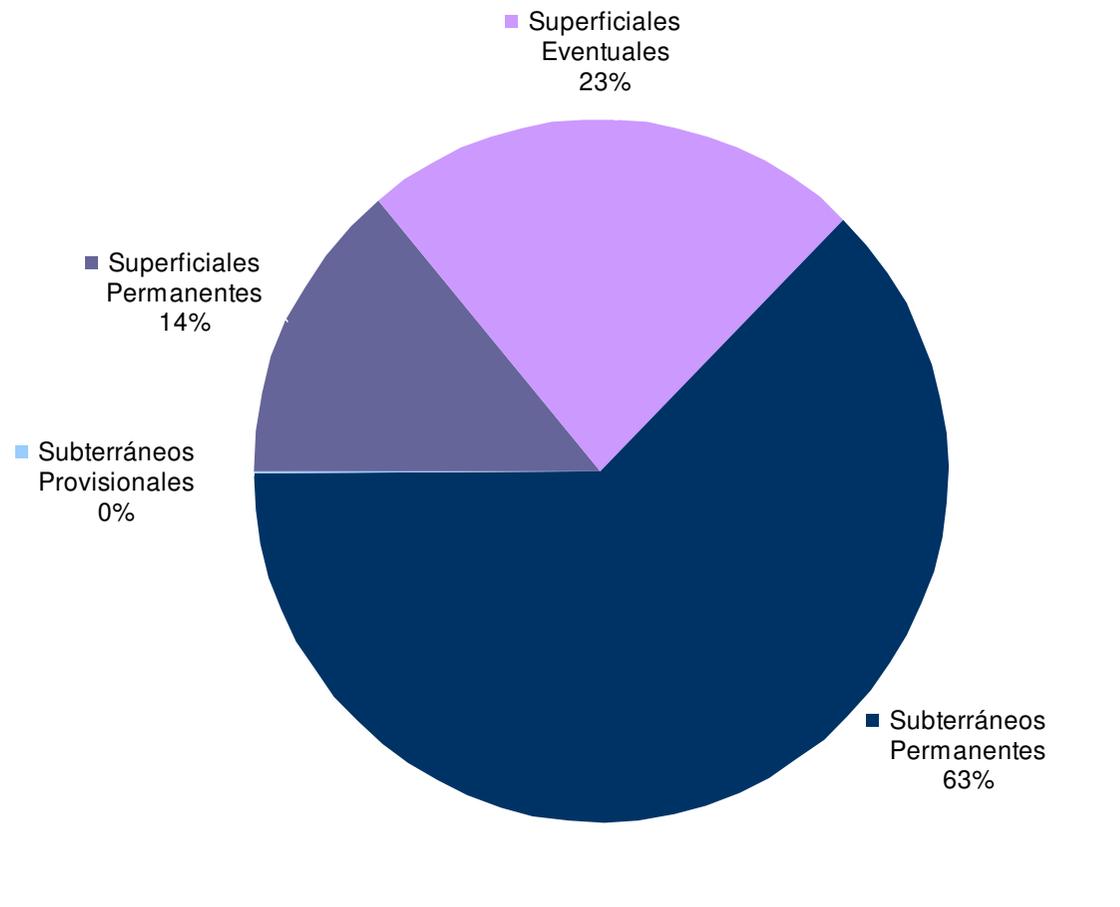
(***) *Estimada en 1 L/s-ha*



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Composición de Derechos Consuntivos de Agua
Sector Minero - Catastro Público de Aguas (DGA)



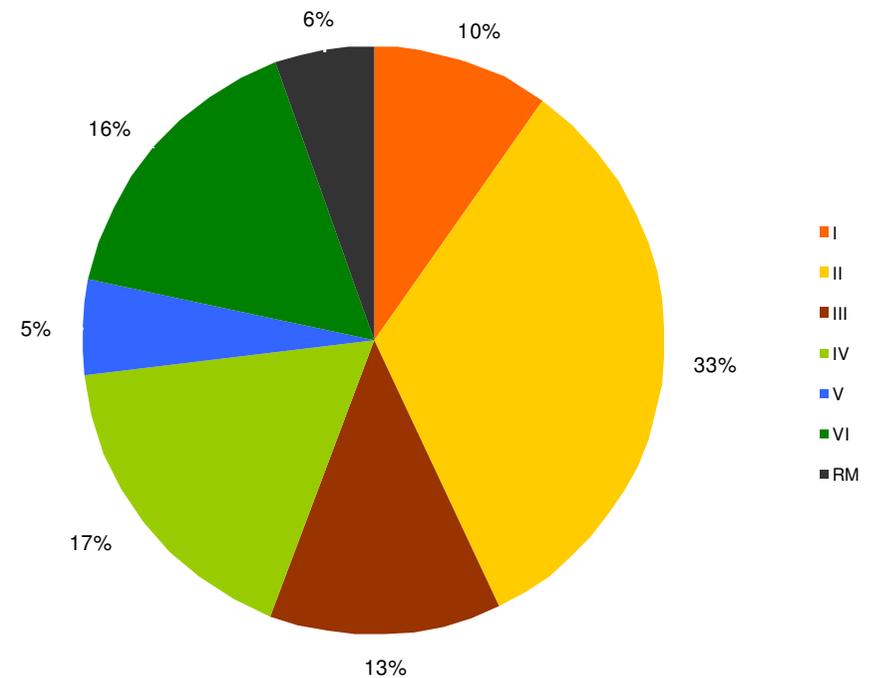
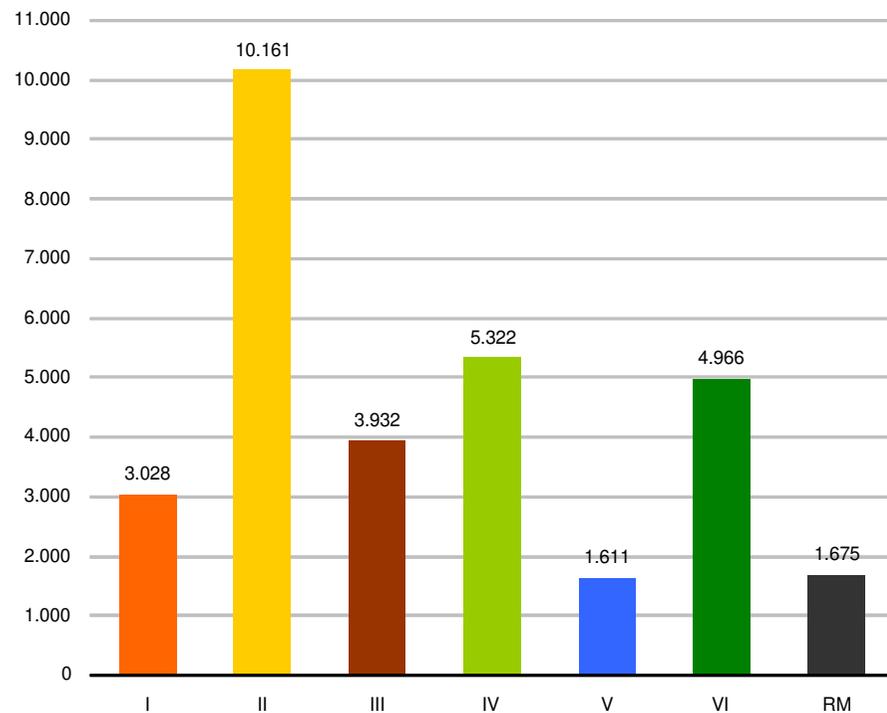
Total = 30,7 m³/s



Sociedad Nacional de Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Derechos Consuntivos Informados por Región Sector Minero



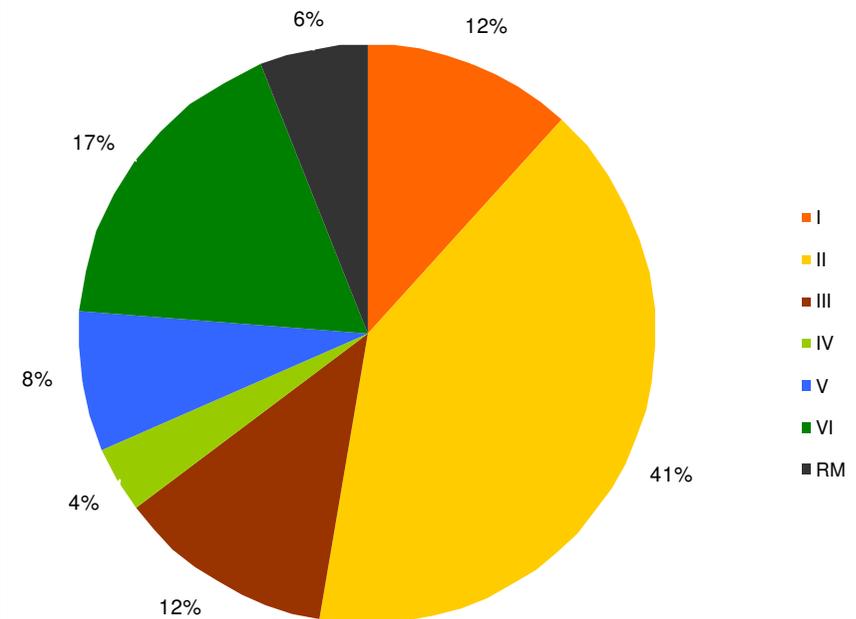
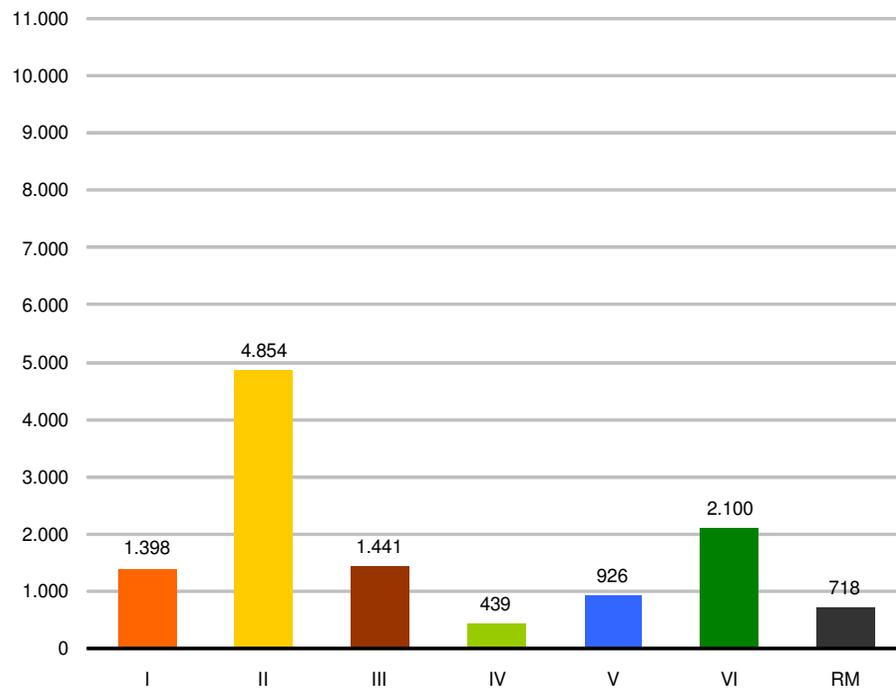
Consumo de Agua.
Zona Centro-Norte
Chile - 2008



Sociedad Nacional de Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Extracción Total Informada por Región Sector Minero





Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Relación de Derechos Consuntivos de Agua por Región (L/s)

Región	Sector Minero	Sector Sanitario	Sector Agrícola	Relación (1)	Relación (2)
I	3.028	3.122	8.393	1,03	2,77
II	10.161	3.066	2.970	0,30	0,29
III	3.932	2.798	14.304	0,71	3,64
IV	5.322	6.407	95.209	1,20	17,89
V	2.254	22.649	95.319	10,05	42,29
VI	4.966	5.275	222.640	1,06	44,83
RM	1.032	51.569	119.239	49,97	115,54
Total	30.695	94.885	558.073	3,09	18,18

(1) Sector sanitario / sector minero

(2) Sector agrícola / sector minero

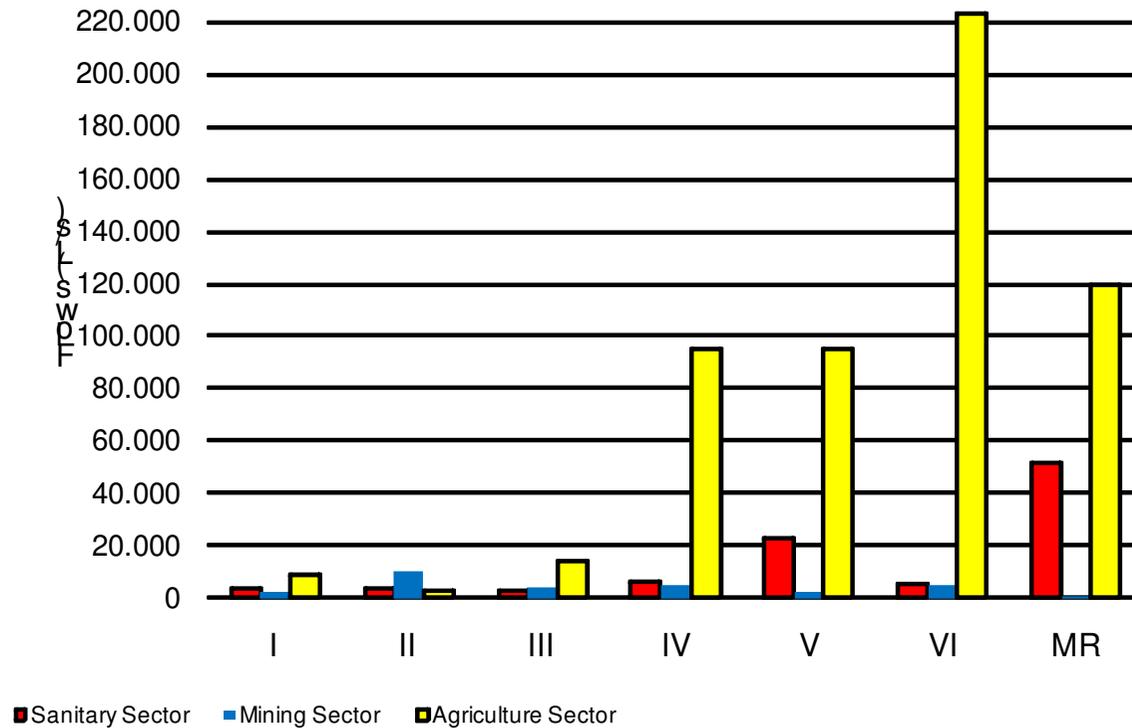


Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Relación de Derechos Consuntivos de Agua por Región (L/s)

Consumptive Water Rights by Productive Sectors





Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Extracciones de Agua por Región (L/s)					
Región	Sector Minero	Sector Sanitario	Sector Agrícola	Relación (1)	Relación (2)
I	1.398	1.479	2.518	1,06	1,80
II	4.854	1.294	891	0,27	0,18
III	1.441	794	4.291	0,55	2,98
IV	439	1.454	28.563	3,31	65,06
V	926	5.152	29.231	5,56	31,57
VI	2.100	4.322	68.276	2,06	32,51
RM	718	25.380	36.567	35,35	50,93
Total	11.875	39.876	170.337	3,36	14,34

(1) Sector sanitario / sector minero

(2) Sector agrícola / sector minero

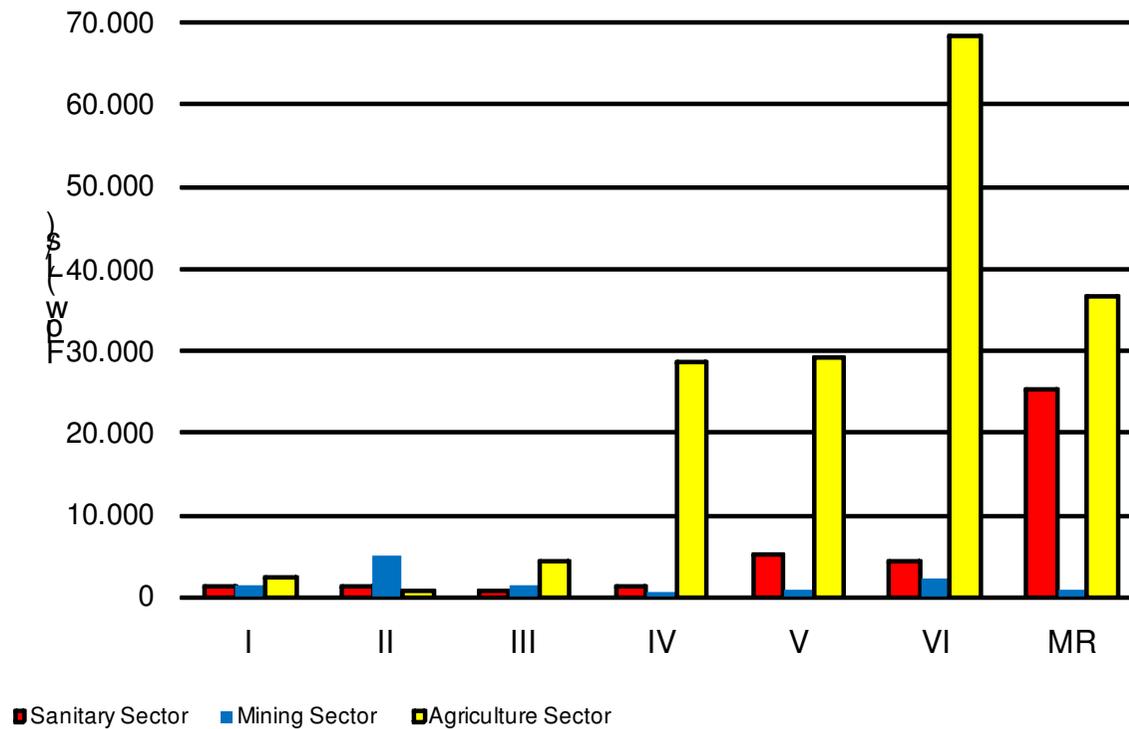


Sociedad Nacional de Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Extracciones de Agua por Región (L/s)

Water Extraction by Productive Sectors





Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Análisis Comparativo de Derechos y Extracciones de Agua Sectores Minero, Sanitario y Agrícola Zona Centro - Norte de Chile

Síntesis de Resultados

Información comparada	Sector Minero	Sector Sanitario	Sector Agrícola	Total
Extracciones de Agua	11.875	39.876	170.337	222.087
Derechos de Aprovechamiento	30.695	94.885	558.073	683.654

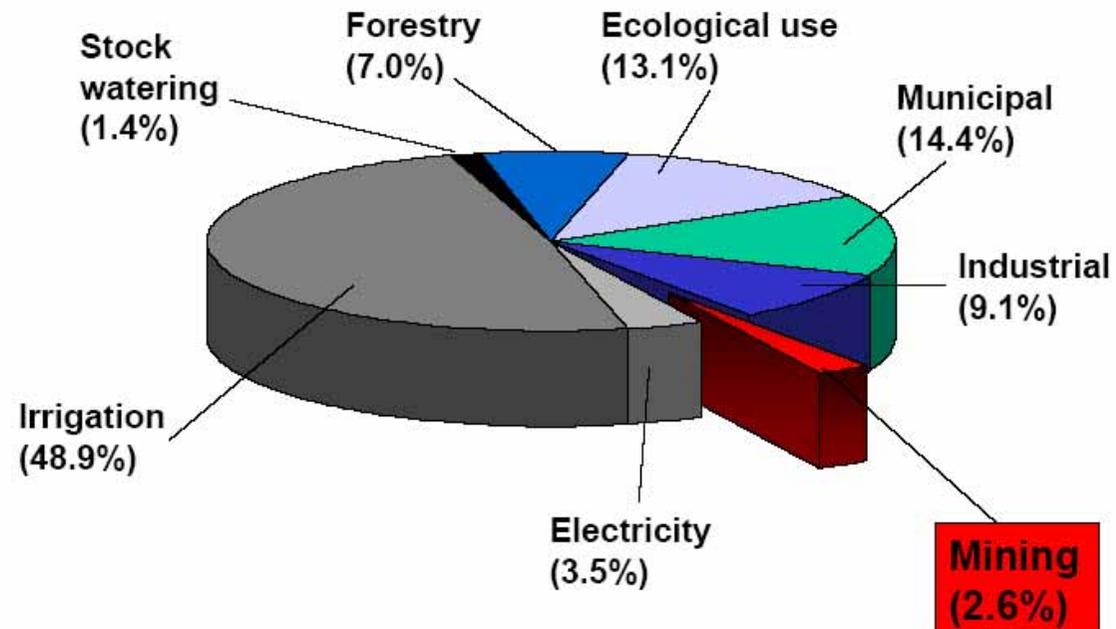
Información comparada	Sector Minero	Sector Sanitario	Sector Agrícola	Total
Extracciones de Agua	5,3%	18,0%	76,7%	100%
Derechos de Aprovechamiento	4,5%	13,9%	81,6%	100%



¿Qué referencias de consumo de agua tenemos?

Caso 1: Sudáfrica

Water withdrawals in South Africa (2000)



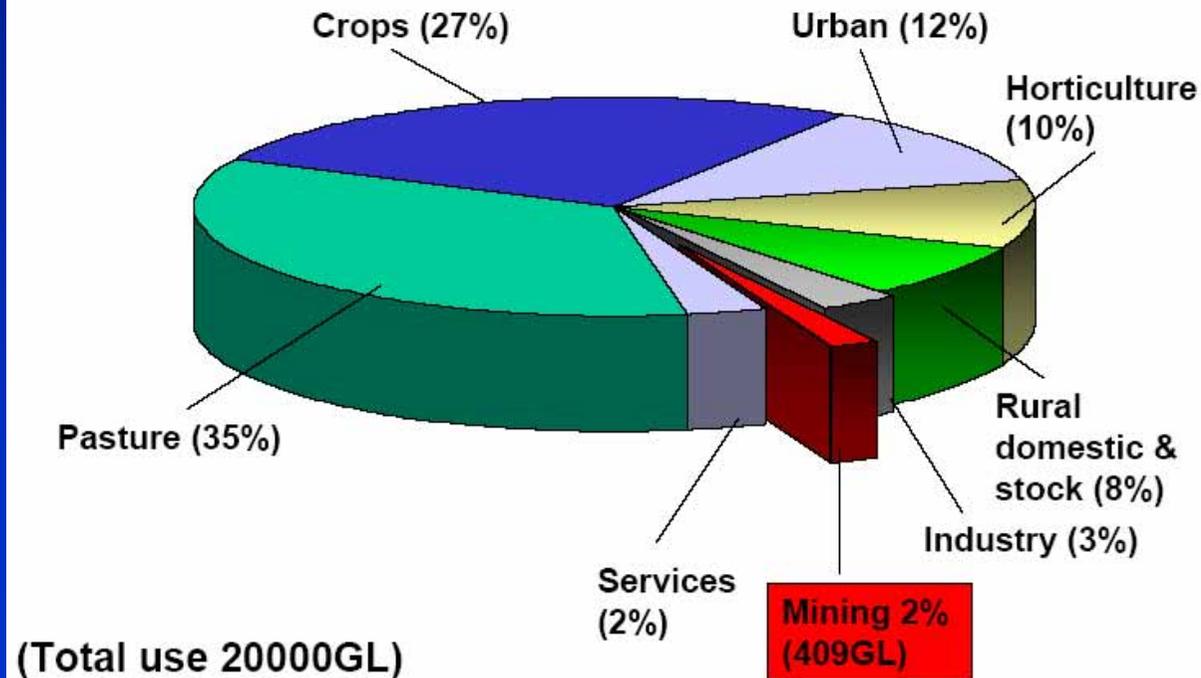
(Total use 22438GL)



¿Qué referencias de consumo de agua tenemos?

Caso 2: Australia

Water withdrawals in Australia 1995-1996





Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Recordando algunas cifras

Algunos Caudales (medios, app.)

Río Bio-Bio en Rucalhue	500 m ³ /s
Río Maule en Armerillo	250 m ³ /s
Río Aconcagua en Chacabuquito	40 m ³ /s
Río Mapocho en Maipú	25 m ³ /s
Canal San Carlos	20 m ³ /s



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Un breve análisis

La minería consume un total de 11,9 m³/s

El Canal San Carlos ubicado en la Región Metropolitana tiene un caudal de 20 m³/s.

En consecuencia la minería en su globalidad tiene un consumo inferior al caudal del Canal San Carlos.



Consumo de Agua.
Zona Centro-Norte
Chile - 2008



Sociedad Nacional de Minería
Chile

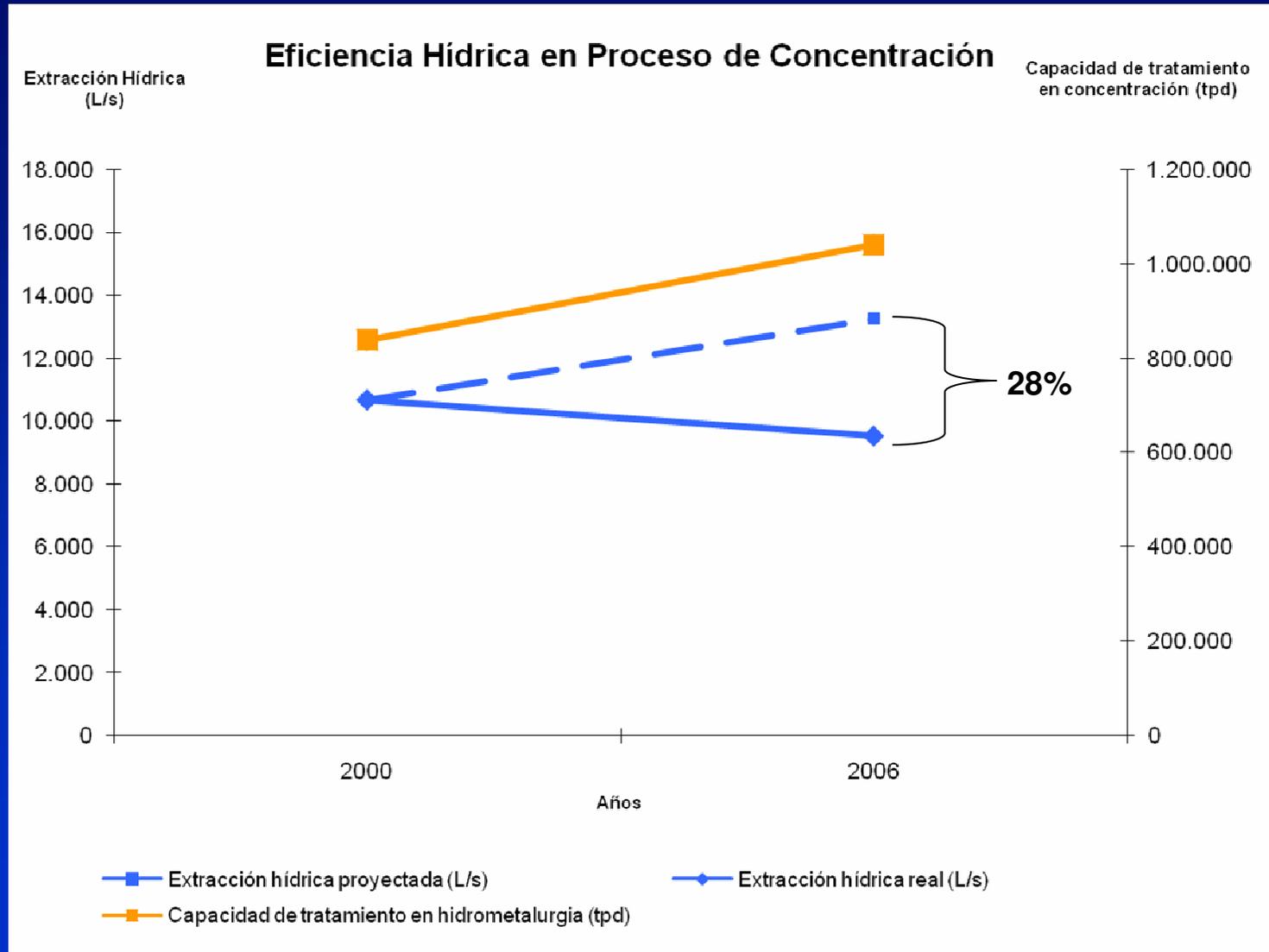
Hace 20 años atrás se sabía que el crecimiento económico de los países estaba fuertemente asociado al consumo energético.

Los países desarrollados lograron desacoplar el consumo energético del crecimiento económico, logrando producir lo mismo con menos energía.

Políticas de Estado han creado iniciativas en conjunto con la industria minera en la búsqueda del desacople del consumo energético.

La minería ya lo ha logrado en los últimos años en el consumo del agua por iniciativa propia.

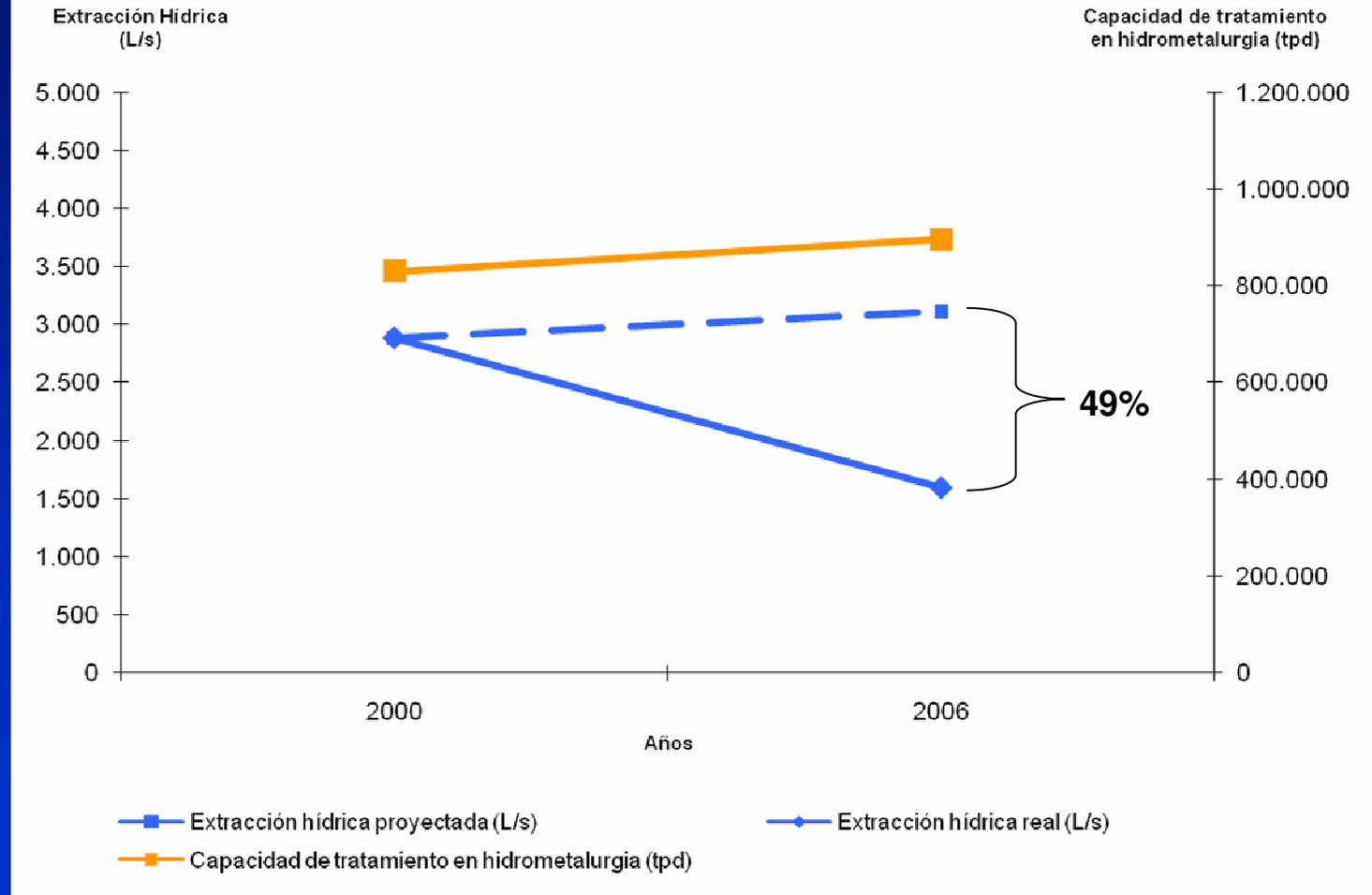
Algo más...





Algo más...

Eficiencia Hídrica en Proceso de Hidrometalurgia





Conclusiones

- Los procesos mineros son altamente dependiente de los recursos hídricos. Sin agua no hay minería.
- Aún cuando el volumen de consumo puede ser relativamente bajo, los proyectos se ubican en general en zonas de escasez del recurso.
- Existen conflictos en aumento:
 - Derechos otorgados vs. disponibilidad
 - Derechos legales vs. uso y costumbre
 - Uso vs. Conservación
- Existe una necesidad urgente de mejorar la toma de decisiones, a nivel técnico y político con mejor nivel información.
- Se requiere desarrollar a nivel del estado políticas de incentivo e iniciativas de investigación e innovación de todas las áreas productivas, de manera de mejorar los niveles de eficiencia en el uso de los recursos naturales, en especial el agua.



Sociedad Nacional de
Minería
Chile

Consumo de Agua.
Zona Centro-Norte
Chile - 2008



Es todo...

Por ahora, gracias

13 de Agosto de 2008