

**XIV JORNADAS CONAPHI-CHILE  
MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA HÍDRICA  
¿UN OBJETIVO SIEMPRE DESEABLE?**

# **Minería del Cobre y el Recurso Hídrico**

Rossana C. Brantes A.

Dirección de Estudios y Políticas Públicas  
Comisión Chilena del Cobre  
16 de Diciembre de 2010

# ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

## 1. **Antecedentes**

- Agua insumo estratégico

## 2. **Consumo de Agua en la Minería**

## 3. **Nuevas Fuentes de Agua**

## 4. **Comentarios Finales**

# Minería del Cobre en Chile

- Concentrada en el centro norte del país
- Coincidente con zona de escasez de recursos hídricos

## **El Recurso Hídrico: Insumo Estratégico:**

- Todo proceso de beneficio de minerales requiere agua para su ejecución



**La disponibilidad y gestión adecuada del agua es clave para la sustentabilidad de la actividad**

- Escasez del recurso es fuente de conflictos no sólo entre sectores productivos sino que también respecto a su disponibilidad para consumo humano
- La oferta del recurso no es conocida a cabalidad

# ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

1. **Antecedentes**

2. **Consumo de Agua en la Minería**

- **Estado del Arte**
- Extracciones
- Consumo por Proceso y Eficiencia
- Proyecciones 2009-2020

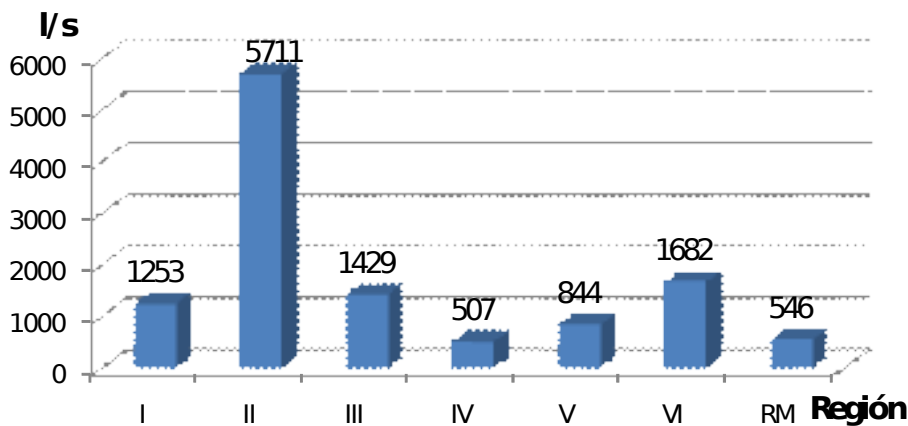
3. **Nuevas Fuentes de Agua**

4. **Comentarios Finales**

# Extracciones de Agua de la Minería del Cobre

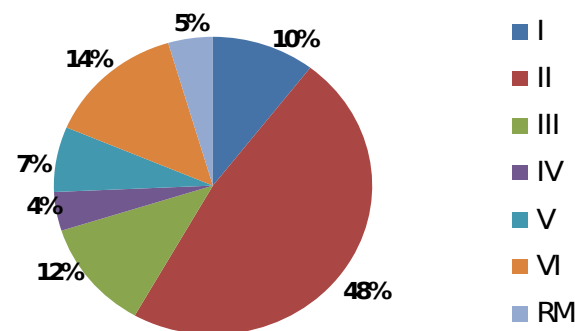
## Extracciones Totales de Agua Fresca

por Región (l/s), Año 2009  
Consumos Totales de Ag 11,97 l/s por Región (l/s) m3/s



## Extracciones Totales de Agua Fresca por Región (%)

Consumos Totales de Agua Fresca por Región (%)

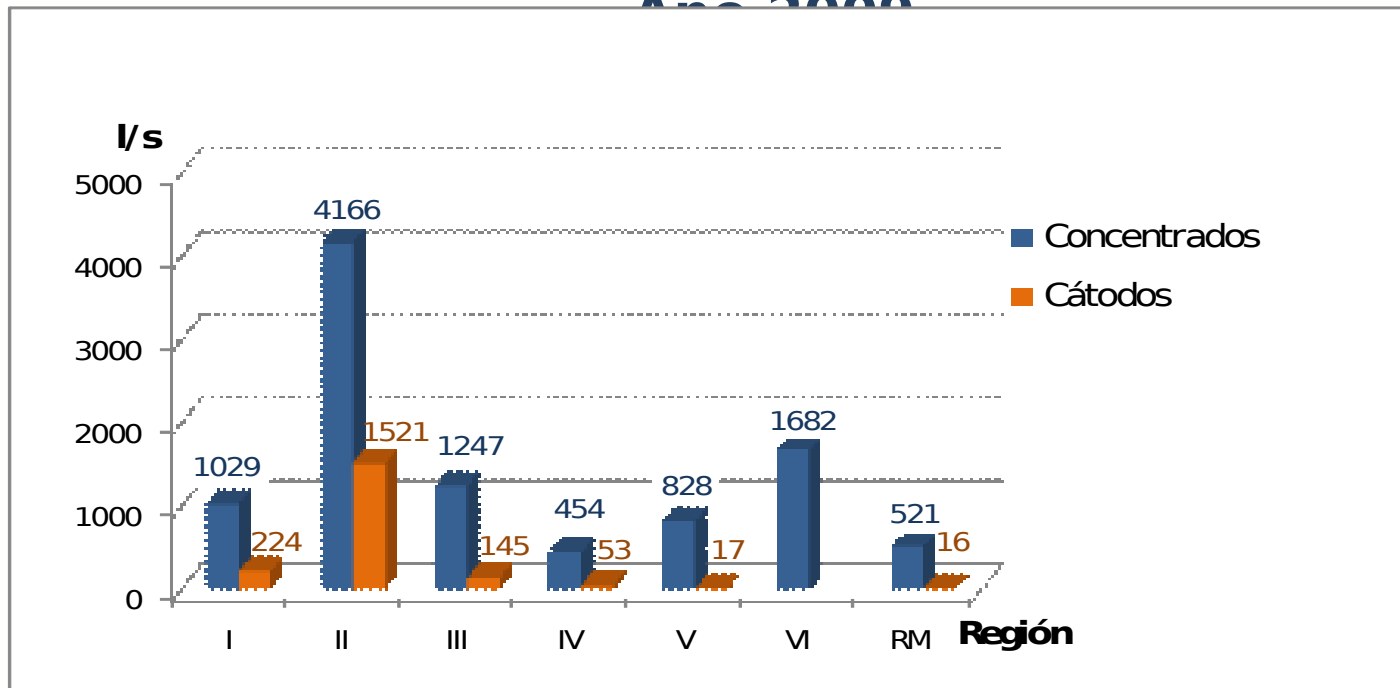


Fuente: Estudio "Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2009", COCHILCO.

# Extracciones de Agua de la Minería del Cobre

## Consumos de Agua Fresca en Producción de Concentrados y Cátodos por Región (l/s)

Año 2009



Fuente: Estudio "Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2009", COCHILCO.



# ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

1. **Antecedentes**

2. **Consumo de Agua en la Minería**

- Estado del Arte
- Extracciones
- Consumo por Proceso y Eficiencia
- Proyecciones 2009-2020

3. **Nuevas Fuentes de Agua**

4. **Comentarios Finales**



# Consumo Unitario de Agua Fresca

## Consumos unitarios promedio de agua por mineral tratado en procesos de concentración e hidrometalurgia

PROCESO	Consumo Unitario de Agua Fresca		
	Año 2000 1 m3/ton mineral	Año 2006 2 m3/ton mineral	Año 2009 3 m3/ton mineral
Concentración	1,1 (0,4-2,30)	0,79 (0,3-2,1)	0,72 (0,3-2,0)
Hidrometalurgia	0,3 (0,15-0,4)	0,13 (0,08-0,25)	0,13 (0,07-0,92)

**1 Fuente: Documento " Uso Eficiente de Aguas en la industria minera, APL 2002**

**2 Fuente: Estudio "Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2009", COCHILCO.**

**3 Fuente: Estudio "Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero, regiones**

**centro-norte de Chile" marzo 2008, Proust Consultores DGA.**

# ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

1. **Antecedentes**

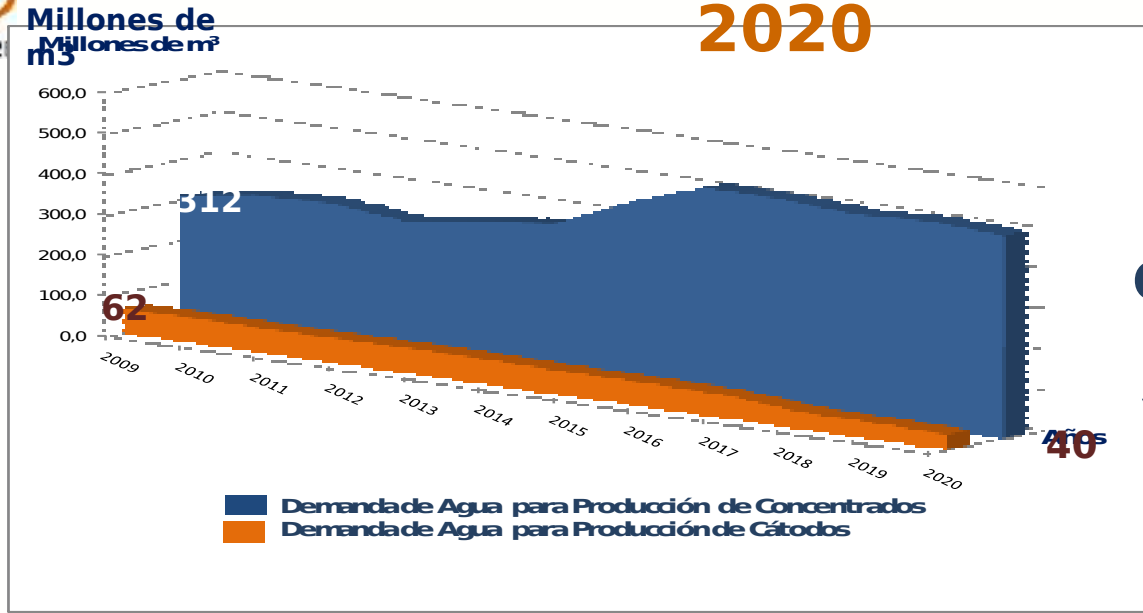
2. **Consumo de Agua en la Minería**

- Estado del Arte
- Extracciones
- Consumo por Proceso y Eficiencia
- Proyecciones 2009-2020

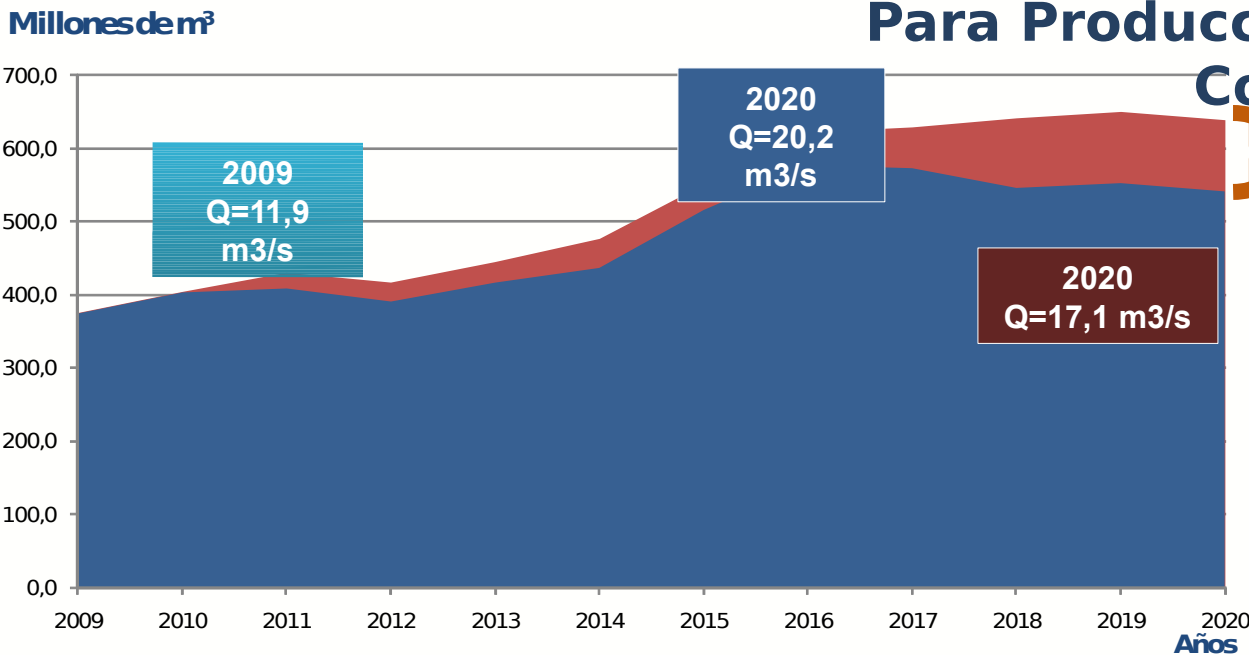
3. **Nuevas Fuentes de Agua**

4. **Comentarios Finales**

# Proyección de Demanda de Agua 2009 - 2020



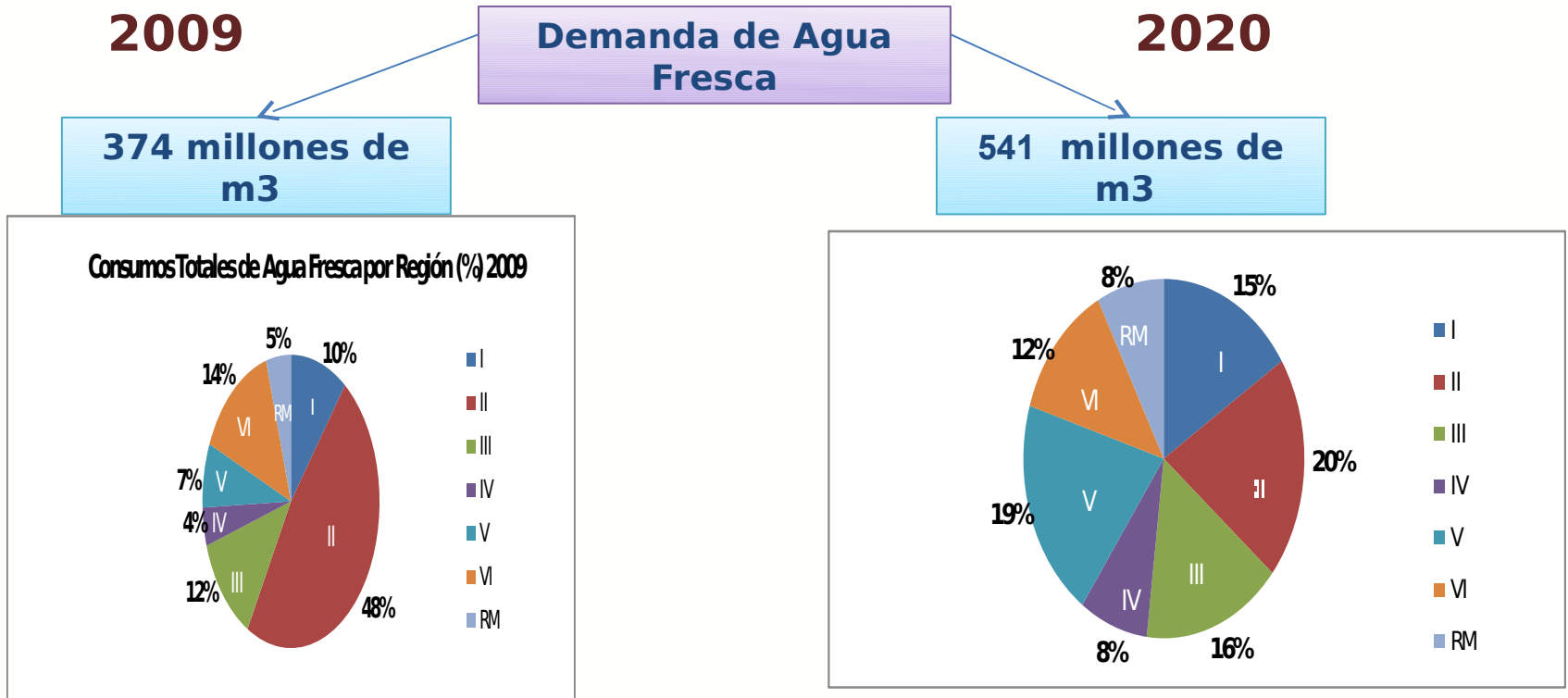
**Para Producción de Concentrados y Cátodos**



**Para Producción Total de Cobre**

# Consumo de Agua para la Producción de Cobre

## I a IV Región (millones de m3)



Fuente: Estudio "Proyección en el Consumo de Agua en la Minería del Cobre 2009-2020, COCHILCO

# ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

1. **Antecedentes**
2. **Consumo de Agua en la Minería**
3. **Nuevas Fuentes de Agua**
4. **Comentarios Finales**

# Nuevas Fuentes de Agua

## **Continuar en la Senda de Incrementar la Eficiencia**

- Aún cuando las mejoras en eficiencia en la gestión hídrica por parte de la minería del cobre en Chile son destacables, lo crítico de la situación obliga a continuar y potenciar los esfuerzos para incrementar la eficiencia en el uso del agua todavía más allá.
- A nivel de expertos, son posibles nuevas mejoras en la eficiencia del uso del agua en los procesos de beneficio.
- El avance en la eficiencia hídrica se debe realizar como parte de un esfuerzo coordinado de todos los sectores usuarios de agua.

## **Desarrollar Mecanismos que Permitan:**

- Reducir la Demanda de Agua
- Aumentar la Oferta de Agua

# Nuevas Fuentes de Agua

## **Desarrollar Mecanismos que Permitan Reducir la Demanda**

- Existen experiencias interesantes y exitosas:

Incremento en recirculación (Candelaria)

Utilización directa de agua de mar (Esperanza, Michilla)

Relaves espesados (Esperanza)

Desalinización (Escondida).

- Hay faenas que ya han alcanzado altos niveles de eficiencia y en las que las mejoras serían más bien marginales.
- También, existen faenas en que no es posible recircular las aguas desde los depósitos de relave, por tanto tienen consumos mayores de agua fresca que el promedio nacional.

## **Desarrollar Mecanismos que Permitan Aumentar la Oferta**

- Uso agua de mar (Directo y Desalinizada)
- Traspaso de cuencas
- Reservorios para crecidas

# Nuevas Fuentes de Agua

## Uso agua de mar (Directo y Desalinizada)

- El uso directo de agua de mar es posible en faenas que tengan infraestructura necesaria para resistir salinidad presente en el agua y en las que el mineral por sus características geológicas así lo permita.
  - En faenas antiguas habría que evaluar si es viable técnicamente (dependiendo de las características del mineral) y económicamente (reemplazo de equipos viejos con equipos modernos que no fueran afectados por corrosión salina)
- La desalinización aparece como una alternativa interesante que debe ser explorada en detalle, asociada a un modelo de negocios que maximice el bienestar social.
  - El transporte de agua hacia operaciones mineras es una dificultad relevante (energía) que demanda buscar soluciones creativas y que conjuguen seguridad de abastecimiento y protección de derechos

# Desalinización

## Esquema General de Desalinización en Costas Chilenas



170 kms. a 3150 m.s.n.m. → 4 estaciones de bombeo.

transportando agua desalinizada 170 km y a 3.000 m de altitud. Inversa de 525 l/s y

Fuente: Gráfica de HATCH Consultores

	PLANTA	BOMBEO
INVERSIÓN	US\$ 70 millones	US\$ 220 millones
OPERACIÓN	0,7 US\$/m <sup>3</sup> (35% energía)	1,5 US\$/m <sup>3</sup> (65-70 % energía)

Fuente: COCHILCO, cifras preliminares en revisión

# Aspectos a considerar de las Plantas Desalinizadoras

## Consumo de Energía

- La suma de las demandas energéticas por parte de cada planta desalinizadora representarían una importante carga para el actual sistema de abastecimiento energético del norte del país SING y SIC.

## Captura de Agua de Mar

- Océano Pacífico tiene una gran biodiversidad,
- Captura de agua de forma de minimizar la extracción de especies en comparación a la captación de agua superficial, reduciendo así el impacto en los ecosistemas marinos por la toma del agua.

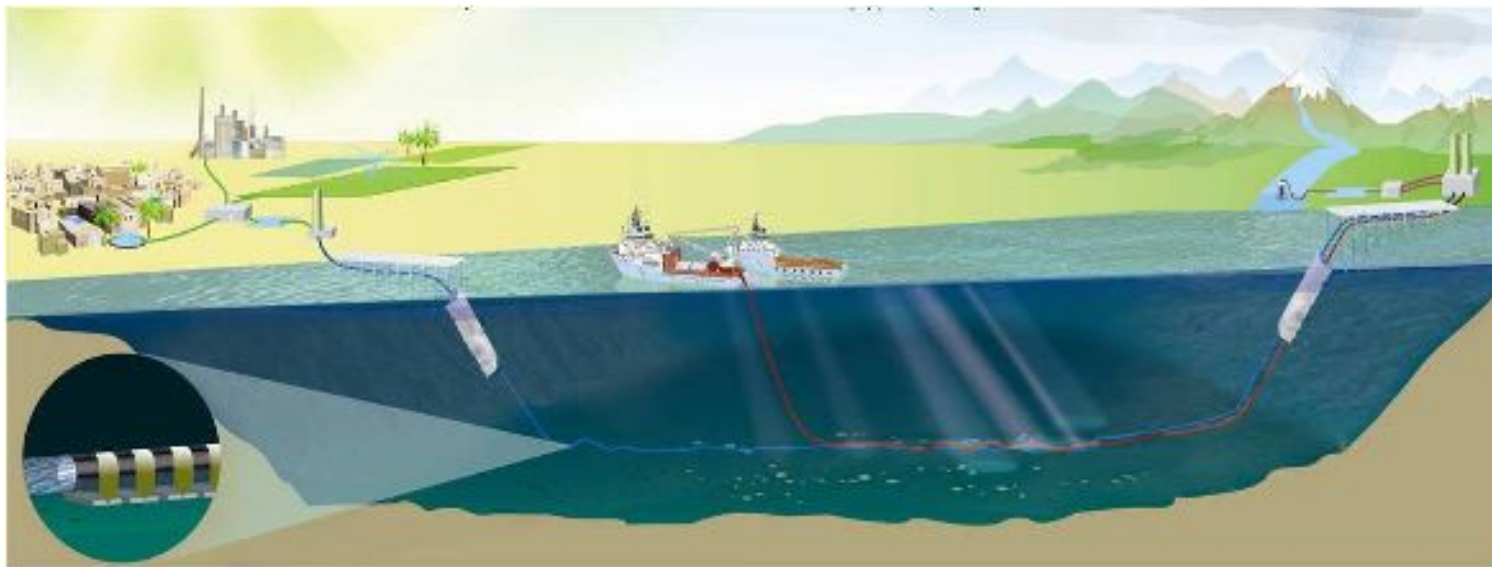
## Descarga de Salmuera en el Mar

- En general proceso de osmosis reversa, cerca del 50% del agua de mar tratada corresponde a salmuera
- Vertimiento de la salmuera al mar podría elevar las concentraciones de sal, afectando los ecosistemas marinos.

Nombre Planta Desalinizadora	Proyecto minero o empresa asociada	Región	Inversión  MUS\$	Capacidad Planta  l/s	Transporte agua		Estado
					Distancia	Altura	
					km	m.s.n.m.	
El Coloso	Minera Escondida	II	200	525	177	3600	O
El Coloso Ampliación	Minera Escondida	II	3500	3200	177	3600	RCA
Planta Desalinizadora de MOLY COP Chile	Moly COP Chile	II	0.557	4.3	s/t	s/t	O
Planta Desalinizadora Sector Sur	Aguas Antofagasta	II	52.5	600	s/t	s/t	O
Planta Desalinizadora Chimba	Aguas Antofagasta	II	90	600	s/t	s/t	O
Los Hornitos	C. C. Los Andes	II	0.8	4.3	s/t	s/t	DIA C
El Morro	Proyecto El Morro	III	350	650	110	4000	EIA C
Planta desalinizadora Candelaria	Minera Candelaria	III	254	300 a 500	900	1200	EIA C
Planta desalinizadora Manto Verde	Proyecto Manto Verde	III	62	120	40	490	EIA C
Planta Desaladora para el Valle de Copiapó	AGBAR Chile	III	254	1000	–	–	EIA C
Punta Totalillo	CAP S.A.	III	63	200 a 600	117(*)	–	RCA
Planta desaladora	CGX Castilla	III	100	710	–	–	EIA C

# Nuevas Fuentes de Agua

## Traspaso de cuencas



Fuente: Gráfica de Via Marina Submariver@

- Costos de trasvase de cuencas en un cálculo general se estiman inferiores a la de la desalinización. Sin embargo variables a considerar en el costo de esta tecnología:
  - ü Distancia a transportar el agua
  - ü Alta inversión inicial
  - ü Caudal a transportar

# Aspectos a considerar en Traspaso de Cuencas

- Debe garantizarse un caudal ecológico del río de cuyas aguas se pretende realizar el traspaso.
- Necesario evaluar la viabilidad técnica y económica y, además, la obra e infraestructura necesarias deben ser evaluadas medio-ambientalmente.
- Implica la construcción de grandes embalses, tanto en la cuenca donante como en la cuenca receptora.
- Implica importantes obras de conducción.
- Necesario estudiar el impacto de la mezcla del agua de la cuenca donante con la de la cuenca receptora.

# Nuevas Fuentes de Agua: Reservorios para Crecidas

- **Cambio Climático**
  - Cambios en Temperatura
    - Crecidas invernales de los ríos con cabecera andina se verán incrementadas.
  - Cambios en precipitación
    - Se incrementarían en primavera y verano en la región altiplánica pero disminuirían desde Antofagasta al sur del país (20-25% menos).
- **Reservorios para Crecidas**
  - Superficiales: construcción de embalses para utilizar eventuales crecidas hidrológicas
  - Subterráneos: uso de zonas geológicas aptas para ser utilizados como reservorios subterráneos

# ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

1. **Antecedentes**
2. **Consumo de Agua en la Minería**
3. **Nuevas Fuentes de Agua**
4. **Comentarios Finales**

# Comenta

## rios

- El consumo unitario de agua fresca para la producción de concentrados este es de 0,72 m<sup>3</sup>/ton y para la producción de cátodos es de 0,13 m<sup>3</sup>/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.
- Se debe continuar en la senda de incrementar la eficiencia en el uso del agua.
- Es evidente la necesidad de sistematizar y completar la información para consolidar los balances por cuencas.

# Comentarios

- Cambio Climático y Protección de Glaciares acentuará necesidad de gestión hídrica adecuada.
- Existe espacio para fortalecimiento normativo e institucional.
- Desarrollar mecanismos que permitan aumentar la oferta de agua:
  - ü La desalinización y el traspaso de cuencas aparecen como alternativas interesantes que deben ser exploradas en detalle, asociada a un modelo de negocios que maximice el bienestar social.
  - ü El transporte de agua hacia operaciones mineras es una dificultad relevante (energía) que demanda buscar soluciones creativas y que conjuguen

# Minería del Cobre y el Recurso Hídrico

**Muchas Gracias!**

Envíe sus consultas a nuestro **Sistema de Atención a Clientes** disponible en la página web [www.cochilco.cl](http://www.cochilco.cl) o al e-mail [cochilco@cochilco.cl](mailto:cochilco@cochilco.cl)

