



Proyección de consumo de agua en la minería del cobre 2014-2025

DE 23/2014

Registro Propiedad Intelectual

N° 248.940

Resumen Ejecutivo

El uso y manejo del recurso hídrico en la zona norte del país se ha posicionado como un tema principal en la tarea de continuar con la actividad minera y preparar su avance de manera eficiente y responsable a futuro. El objeto del estudio es estimar la proyección de demanda de agua por parte de la industria minera del cobre y realizar un análisis detallado considerando una visión por región, proceso, estado de avance, condición, tipo de proyecto y estado de los permisos ambientales.

De acuerdo a los valores esperados obtenidos a través de una simulación de Montecarlo, se observa que para el año 2025 se espera que el agua de mar alcance el 36% del agua total requerida en la industria minera del cobre, pues son cada vez más las mineras que se suman a la construcción de sus propias desaladoras para enfrentar las limitaciones de agua fresca, en la medida que esto sea factible tanto técnica como económicamente.

En la región de Antofagasta cabe destacar que al 2025 el consumo de agua fresca tiene una tendencia decreciente, principalmente por el uso de agua de mar en la minería del cobre. Se espera que al 2025 el consumo de agua de mar en la región duplique el consumo de agua fresca.

Al analizar el consumo esperado según procesos productivo se observa que los concentrados demandan gran parte del agua de mar en la minería del cobre, debido tanto a la proyección de producción de concentrados por el natural agotamiento de los recursos oxidados y su reemplazo por los recursos sulfurados, como a lo intensivo en consumo de agua que es la concentradora. La minería del cobre enfrenta un comportamiento decreciente en las leyes del mineral a extraer, lo que implica que las nuevas plantas deben diseñarse de mayor capacidad de tratamiento de mineral para obtener la misma cantidad de cobre en comparación a las plantas más antiguas.

En general, al analizar comparativamente el consumo de agua fresca y el agua de mar se podría concluir que dentro de la próxima década los proyectos que cuentan con uso de agua fresca poseen mayor certeza que aquellos que plantean usar agua de origen marino. Para el 2025 más de la mitad del consumo esperado de agua de mar proviene de proyectos en condición de posible o potencial, otorgando mayor incertidumbre a su fecha de materialización.



Índice

Resumen Ejecutivo	I
Introducción	1
Capítulo 1: Metodología.....	3
1.1 Proyección de producción.....	4
1.2 Coeficientes unitarios.....	4
1.3 Generación de escenarios y vectores de probabilidad de ejecución.....	5
1.4 Supuestos	8
1.5 Simulación de Montecarlo	9
Capítulo 2: Consumo esperado de agua total en la minería del cobre	11
2.1 Proyección de consumo esperado de agua total en la minería del cobre	11
2.2 Proyección de consumo esperado de agua total por origen	12
2.3 Proyección de consumo esperado de agua total por región	13
Capítulo 3: Análisis comparativo del consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre.....	17
3.1 Proyección de consumo esperado de agua fresca y agua de mar total.....	19
3.2 Proyección de consumo esperado de agua fresca y de mar por proceso.....	20
3.3 Proyección de consumo esperado de agua fresca por condición.....	22
3.4 Proyección de consumo esperado de agua fresca por etapa de desarrollo	23
3.5 Proyección de consumo esperado de agua fresca por tipo de proyecto.....	24
3.6 Proyección de consumo esperado de agua fresca por estado de permisos ambientales	25
Capítulo 4: Comentarios Finales	27
Anexos	28
Anexo 1 Condiciones de materialización de un proyecto	28
Anexo 2 Etapas de desarrollo de un proyecto minero.....	28
Anexo 3 Categorías según tipo de proyecto minero	29
Anexo 4 Cifras de proyección de consumo de agua en diferentes categorías.....	29



Índice de tablas

Tabla 1	Vectores de probabilidad de ejecución	6
Tabla 2	Catastro de plantas desaladoras y agua de mar de uso directo en minería	17

Índice de figuras

Figura 1	Sectores de la minería del cobre	3
Figura 2	Probabilidad de producción de un proyecto minero	5
Figura 3	Escenarios de proyección de consumo de agua total en la minería del cobre (m3/seg) ..	9
Figura 4	Consumo esperado de agua total en la minería del cobre 2014-2025 (m3/seg).....	11
Figura 5	Consumo esperado de agua total en la minería del cobre por origen 2014-2025 (m3/seg)	12
Figura 6	Consumo esperado de agua total en la minería del cobre por región 2014-2025 (m3/seg)	13
Figura 7	Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre en las principales regiones mineras 2014-2025	14
Figura 8	Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre 2014-2025 ..	19
Figura 9	Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por proceso 2014-2025 (m3/seg).....	20
Figura 10	Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por condición 2014-2025 (m3/seg).....	22
Figura 11	Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por etapa de desarrollo 2014-2025 (m3/seg).....	23
Figura 12	Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por tipo de proyecto 2014-2025 (m3/seg)	24
Figura 13	Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por estado de permisos ambientales 2014-2025 (m3/seg)	25



Introducción

En las *Perspectivas Ambientales de la OCDE hacia 2050* se proyectan las tendencias demográficas y económicas para las próximas cuatro décadas, donde se evalúa el impacto de dichas tendencias sobre el medio ambiente en el caso en que la humanidad no implemente políticas más ambiciosas para una mejor gestión de los recursos naturales. Respecto a los recursos hídricos se establece que la disponibilidad de agua dulce se verá aún más restringida ya que habrá más de un 40% de la población global que vivirán en cuencas hidrográficas con un estrés hídrico severo. Se pronostica que la demanda mundial de agua aumente en un 55%, debido a la creciente demanda de la industria (+400%), la generación de energía termoeléctrica (+140%) y el uso doméstico (+130%).

En Chile los conflictos entre usuarios que compiten por el agua se hacen cada vez más frecuentes, conforme se incrementan las demandas en los sectores productivos correspondientes. Si bien la minería viene generando aprendizajes y desarrollando un conjunto de buenas prácticas en el uso del recurso hídrico, disminuyendo su consumo relativo en los últimos años, la escasez del agua genera conflictos de interés entre los distintos sectores y usuarios. Es por ello que la proyección de la demanda esperada de agua fresca en la minería del cobre resulta fundamental a la hora de establecer políticas públicas por el Estado,

El uso y manejo del recurso hídrico en la zona norte del país se ha posicionado como un elemento primordial en la tarea de continuar con la actividad minera y proyectar su desarrollo de manera eficiente y responsable a futuro. Este trabajo se encuadra en la incertidumbre de la disponibilidad de agua y el desarrollo de la minería como una de las actividades industriales más importantes en Chile.

El objeto del estudio es estimar la proyección de demanda de agua por parte de la industria minera del cobre. Y realizar un análisis detallado, considerando una visión por región, proceso, estado de avance, condición, escala de producción y tipo de proyecto, así como cualquier otra observación u opinión relacionada con el análisis hídrico que se hace para la minería.

El alcance físico del estudio comprende las regiones centro-norte del país, desde la I Región de Tarapacá hasta la VI Región de O'Higgins, donde se ubica la mayor cantidad de operaciones mineras del cobre. El alcance temporal de las proyecciones se focaliza en el periodo 2014-2025, para el cual se formularán los escenarios de consumo de agua para las operaciones vigentes y proyectos mineros.



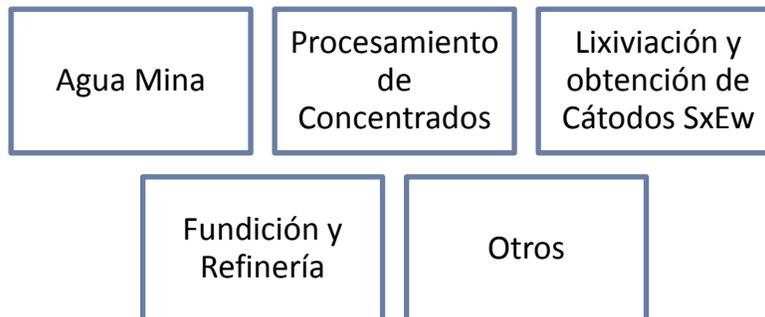
Capítulo 1: Metodología



Capítulo 1: Metodología

La demanda de agua en la minería del cobre se subdivide en cinco sectores, de acuerdo al cuadro que se observa a continuación.

Figura 1 Sectores de la minería del cobre



Para la elaboración de la proyección de consumo de agua fresca se utilizó el catastro de proyectos que elabora COCHILCO año a año con la información actualizada de las operaciones y nuevos proyectos al 2025, con lo que se estima la proyección de producción, tanto en concentrados como en cátodos SxEw y en fundición y refinería.

Por otra parte se conocen los consumos unitarios de agua fresca de la industria minera del cobre, gracias a la encuesta realizada por COCHILCO anualmente directamente a las empresas. Con esta información se obtienen los coeficientes unitarios de consumo de agua fresca por tonelada de mineral tratado para el caso de los concentrados, el consumo de agua fresca por tonelada de cobre fino producido en el caso de los cátodos, consumo de agua fresca utilizada en mina por tonelada de cobre fino producido y otros, en los que se incluyen los servicios auxiliares, campamentos, agua potable, etc. para cada empresa.

Las proyecciones de uso futuro se han realizado sobre supuestos que podrían denominarse inciertos, dado que la producción está sujeta a las decisiones de las empresas respecto a la viabilidad de los proyectos.

Una vez que se calcula la estimación de la demanda de agua por parte de la industria minera del cobre se considera que si los proyectos proponen uso de agua de mar, ya sea desalada como directamente en los procesos, entran en operación, lo hacen con uso de agua de mar, por lo cual no constituye demanda de agua fresca.

Posteriormente se realiza una simulación de Montecarlo, la cual considera tres escenarios posibles: de mínima producción, más probable y de máxima producción, según la probabilidad asignada de acuerdo a su estado de avance y la condición. De esta manera se obtiene el valor esperado de demanda de agua fresca por parte de la minería del cobre.



1.1 Proyección de producción

Las operaciones vigentes y los proyectos de minería del cobre, incluida la producción de cobre de la minería de hierro y oro con cobre como coproducto, suministran el vector de producción para la proyección de demanda de agua fresca en la minería del cobre.

La proyección de producción es la columna vertebral que da soporte a la proyección de consumo de agua fresca, ya que determina el mineral procesado en concentrados y la producción de fino en concentrados junto con la producción de cobre fino en cátodos SxEw del 2014 al 2025.

Para una mayor información en cuanto a los proyectos mineros, consultar el informe “Inversión en la minería chilena - Cartera de proyectos 2014 -2023”, disponible en www.cochilco.cl

1.2 Coeficientes unitarios

Se entiende por agua fresca aquellas extracciones provenientes de aguas superficiales como aguas lluvias, escorrentías, embalses superficiales, lagos y ríos y aguas subterráneas, como las aguas alumbradas y acuíferos, para las cuales se cuenta con los respectivos derechos de aguas y aguas adquiridas a terceros. El agua fresca cubre las pérdidas producidas a través de los procesos. Por su parte el agua de mar, corresponde al agua proveniente del océano la cual es utilizada directamente en los procesos o bien es sometido a la desalación.

El consumo unitario de agua fresca se refiere a la cantidad de ella utilizada para procesar u obtener una unidad de materia prima o de producto. La tasa de consumo unitario es expresada en metros cúbicos de agua fresca por cada tonelada.

Los consumos unitarios de agua fresca por proceso minero han sido calculados por COCHILCO desde el año 2009 en base a la información recopilada en la “Encuesta de producción, energía y recursos hídricos”. Esto permite calcular coeficientes por faena y por proceso.

Para una mayor información en cuanto al desarrollo de los consumos de unitarios de agua fresca, consultar “Consumo de Agua en la Minería del Cobre año 2013”, junto con las “ Estadísticas del Consumo de Agua en la Minería del Cobre año 2013” disponibles en www.cochilco.cl.



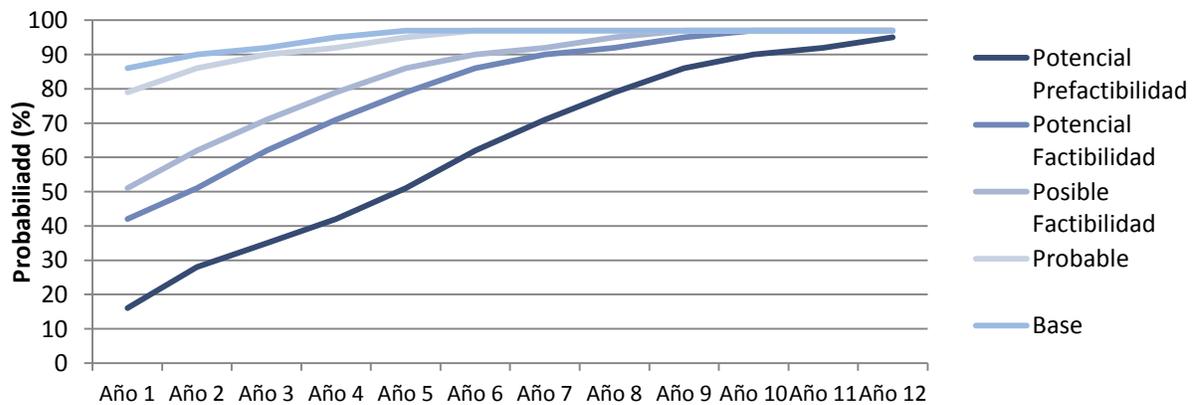
1.3 Generación de escenarios y vectores de probabilidad de ejecución

Las proyecciones de producción se hicieron en base a tres escenarios, sujeta a variabilidad de acuerdo a probabilidades de ejecución, ellos se definen a continuación:

- Escenario de mínima producción: sólo las operaciones actuales mantienen su nivel de producción y los demás proyectos se realizan con un bajo porcentaje de certidumbre.
- Escenario más probable: las operaciones actuales operan y un mayor porcentaje de cada uno de los proyectos (ejecución, factibilidad y prefactibilidad) entra en operaciones.
- Escenario de máxima producción: las operaciones actuales y todos los proyectos se ejecutan en las fechas estipuladas y operan a plena capacidad.

Con respecto al *ponderador* para la capacidad de la operación o proyecto, éste depende del estado y condición del proyecto y del escenario que se estaba generando. En la tabla 1 se presentan los vectores de probabilidades utilizados según el escenario, estado y condición del proyecto. Los vectores fueron calculados en base a información histórica de los proyectos, obtenida de los catastros de proyectos históricos publicados por COCHILCO. Cabe señalar que para el caso de los proyectos el año 1 corresponde al año de puesta en marcha previsto en el catastro de proyectos de COCHILCO 2014.

Figura 2 Probabilidad de producción de un proyecto minero



Es decir para un proyecto Potencial Prefactibilidad la probabilidad producción para el año que dice entrar en operación es de un 16%, mientras que un proyecto en categoría Probable tiene un 79% de ejecutar su producción el primer año que dice entrar en operación.



Para la generación de los escenarios se estableció que el escenario mínimo corresponde a un 20% menor al escenario más probable, mientras que el máximo supone la entrada en operación de los proyectos en toda su capacidad en la fecha estimada sin importar su condición.

Tabla 1 Vectores de probabilidad de ejecución

Escenario Mínimo

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Potencial Prefactibilidad	13%	22%	28%	34%	41%	50%	57%	63%	69%	72%	74%	76%
Potencial Factibilidad	34%	41%	50%	57%	63%	69%	72%	74%	76%	78%	78%	78%
Posible Factibilidad	43%	53%	60%	67%	73%	77%	78%	81%	82%	82%	82%	82%
Probable	71%	77%	81%	83%	86%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
Base	82%	86%	87%	90%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%

Escenario Más Probable

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Potencial Prefactibilidad	16%	28%	35%	42%	51%	62%	71%	79%	86%	90%	92%	95%
Potencial Factibilidad	42%	51%	62%	71%	79%	86%	90%	92%	95%	97%	97%	97%
Posible Factibilidad	51%	62%	71%	79%	86%	90%	92%	95%	97%	97%	97%	97%
Probable	79%	86%	90%	92%	95%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%
Base	86%	90%	92%	95%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%

Escenario Máximo

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Potencial Prefactibilidad	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Potencial Factibilidad	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Posible Factibilidad	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Probable	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Base	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



De este modo se obtienen tres escenarios de demanda de agua fresca en la minería del cobre 2014-2025 de acuerdo a las siguientes ecuaciones.

- Demanda de agua fresca en Mina

$$Dda\ agua\ Mina\ \left(\frac{m3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ total\ \left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Mina\ \left(\frac{m3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

- Demanda de agua fresca para la obtención de concentrados

$$Dda\ agua\ Conc.\ \left(\frac{m3}{seg}\right) = Min.\ Tratado\ Concentradora\ \left(\frac{ton_{min}}{dia}\right) * Coef.\ Unitario\ Conc.\ \left(\frac{m3}{ton_{min}}\right) * f_d$$

- Demanda de agua fresca para la obtención de cátodos SX-EW

$$Dda\ agua\ Cátodos.\ \left(\frac{m3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ cátodos\ \left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Cátodos\ \left(\frac{m3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

- Demanda de agua fresca para “Otros”

$$Dda\ agua\ Otros.\ \left(\frac{m3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ total\ \left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Otros\ \left(\frac{m3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

- Demanda de agua fresca para la fundición

$$Dda\ agua\ Fund.\ \left(\frac{m3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ total\ \left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Fund\ \left(\frac{m3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

- Demanda de agua fresca para la refinería

$$Dda\ agua\ Ref.\ \left(\frac{m3}{seg}\right) = Cobre\ fino\ total\ \left(\frac{ton_{fino}}{año}\right) * Coef.\ Unitario\ Ref\ \left(\frac{m3}{ton_{fino}}\right) * f_a$$

Donde:

f_d : Factor de conversión día a segundos = $1,157 * 10^{-05}$

f_a : Factor de conversión año a segundos = $3,1709 * 10^{-08}$



1.4 Supuestos

- Para las faenas en operación se utiliza el coeficiente de consumo de agua fresca reportado al 2013.
- Para proyectos de expansión se utiliza el mismo coeficiente que la operación madre.
- Para efectos de la proyección estos coeficientes se mantienen constantes, pues no se dispone de datos históricos suficientes para calcular una tendencia.
- Para los nuevos proyectos se consideran coeficientes unitarios de operaciones similares, o el promedio de la industria.
- Proyección de agua de mar de acuerdo al Catastro de proyectos de plantas desaladoras y sistemas de impulsión, actualizado a 2014.
- Para la proyección se consideran las actuales plantas de agua de mar funcionando y se supone todas las operaciones que tienen un proyecto de desalinización y/o impulsión de agua de mar asociado directamente a futuro también entran en operación.
- Cada una de las plantas de los proyectos se consideran integradas a sus respectivos proyectos, pues sin planta de agua de mar no se podría entrar en operación de acuerdo a los antecedentes actuales.
- La intensidad de uso de agua de mar se asume similar a la intensidad de uso de agua fresca, es decir, si un proyecto requiere $X \text{ m}^3$ de agua fresca para procesar una tonelada de mineral, entonces también requeriría de $X \text{ m}^3/\text{ton}$ de agua de mar.
- El ítem “Otros” corresponde a agua en servicios, campamento, riegos, etc.



1.5 Simulación de Montecarlo

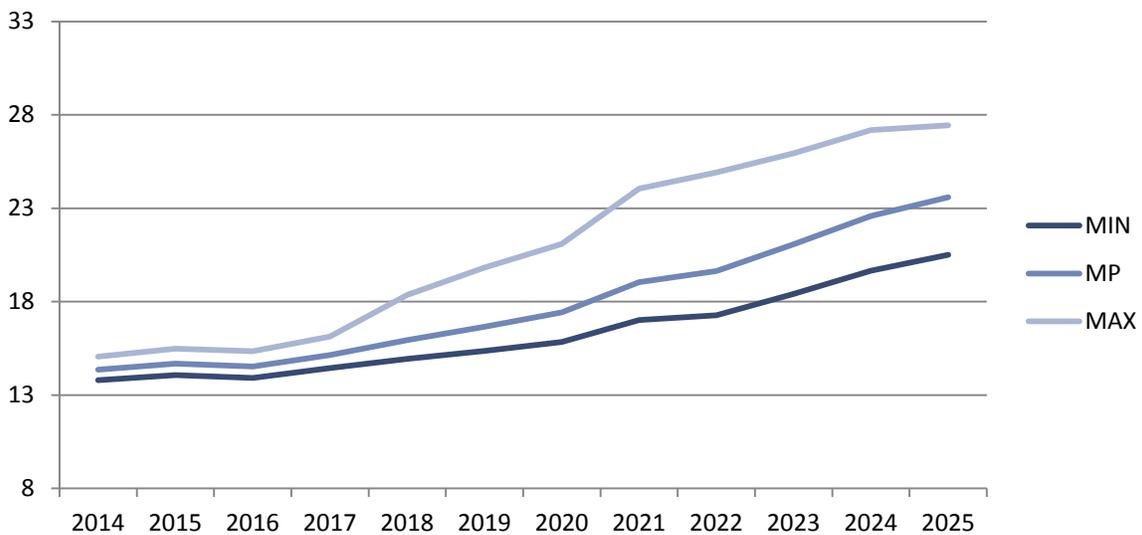
La clave de la simulación de Montecarlo es crear un modelo matemático del proceso a analizar, identificando aquellas variables cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema.

Una vez identificadas las variables aleatorias, se lleva a cabo un experimento que consiste en generar muestras aleatorias para dichos *inputs* y analizar el comportamiento del sistema ante los valores generados. Tras repetir “n” veces este experimento, dispondremos de “n” observaciones sobre el comportamiento, lo cual nos será de utilidad para entender un funcionamiento futuro.

En el caso específico de este estudio se realizaron 1.000 iteraciones por cada año proyectado para cada proceso, utilizando una distribución beta. A partir de la generación de escenarios se obtiene tres valores de consumo anual del proceso individualizado, uno por cada escenario, los que se someten a la simulación Montecarlo con el fin de generar una distribución probabilística de su consumo anual, a la cual se le calcula el estadístico valor esperado. Los valores esperados de cada una de las distribuciones obtenidas se sumaron para obtener el consumo esperado de agua.

Los escenarios de consumo de agua total en la minería del cobre, considerando el uso de agua de mar en los proyectos que así lo especifican, se muestra en la figura 3.

Figura 3 Escenarios de proyección de consumo de agua total en la minería del cobre (m3/seg)



Estos escenarios corresponden a los input de la simulación de Montecarlo, la cual la como resultado el vector de valor esperado.



Capítulo 2: Consumo esperado de agua total en la minería del cobre



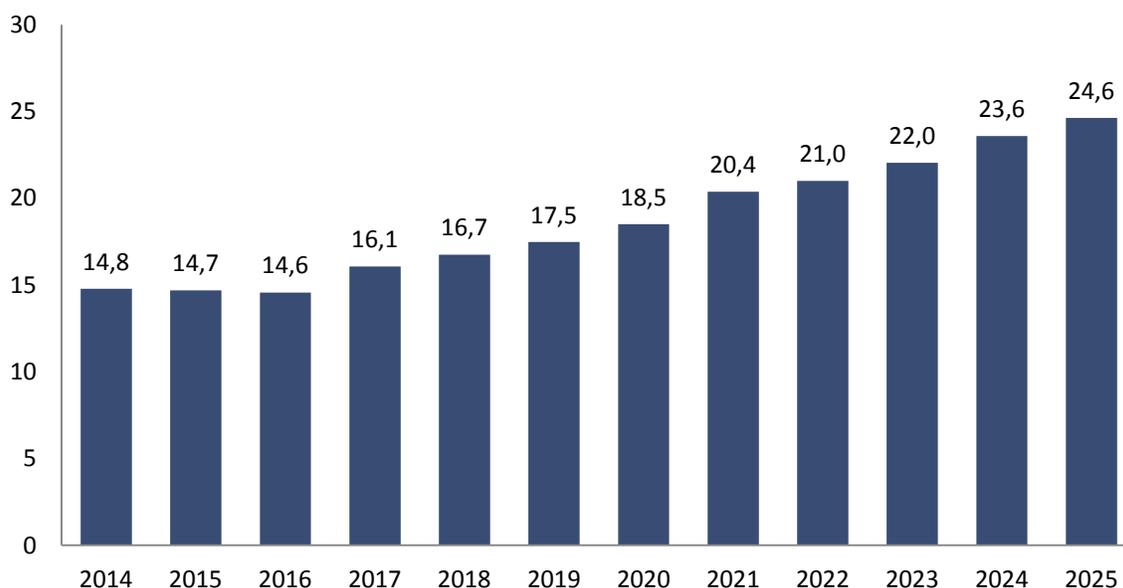
Capítulo 2: Consumo esperado de agua total en la minería del cobre

En este punto se determina la proyección del consumo esperado de agua total en la minería del cobre 2014- 2025, de acuerdo a los resultados obtenidos a través de la simulación de Montecarlo.

2.1 Proyección de consumo esperado de agua total en la minería del cobre

A continuación se muestran los resultados obtenidos para el consumo total de agua en el sector de la minería del cobre. Éste incluye tanto el agua fresca como agua proveniente del mar.

Figura 4 Consumo esperado de agua total en la minería del cobre 2014-2025 (m3/seg)



Se observa que al 2025 el consumo de agua total aumentará en un 66% respecto al 2014, alcanzando los 24,6 m³/seg.

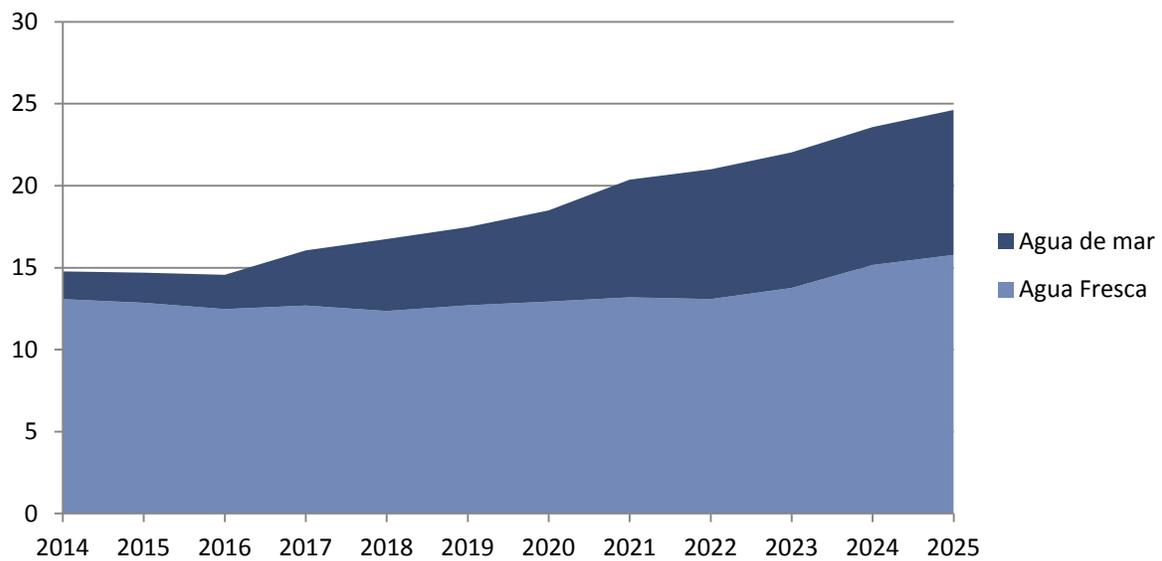
El aumento en el consumo de agua total en la minería del cobre varía en similar proporción que el aumento de producción. Si todos los proyectos se materializan según el calendario actual, su máxima capacidad productiva de cobre mina (concentrados + cátodos SxEw) alcanzaría el año 2025 a 8,5 millones de toneladas, un 47,8% sobre la producción real del año 2013. El mayor incremento en el consumo de agua se debe principalmente por la tendencia decreciente en las leyes de los concentrados, lo que hace necesario procesar mayor cantidad de mineral para obtener una tonelada de cobre fino.



2.2 Proyección de consumo esperado de agua total por origen

Ahora bien es fundamental resaltar el consumo de agua en la minería según fuente de abastecimiento, ya que el agua proveniente del mar es un recurso abundante y renovable, y demuestra una gran voluntad por parte de las compañías mineras en disminuir el consumo de agua fresca.

Figura 5 Consumo esperado de agua total en la minería del cobre por origen 2014-2025 (m3/seg)



Según el último informe de consumo de agua, al 2013 el agua de mar en la minería del cobre representó el 9% del total. De acuerdo a los valores esperados obtenidos a través de la simulación de Montecarlo, se observa que para el año 2025 se espera que el agua de mar alcance el 36% del agua total requerida en la industria minera del cobre.

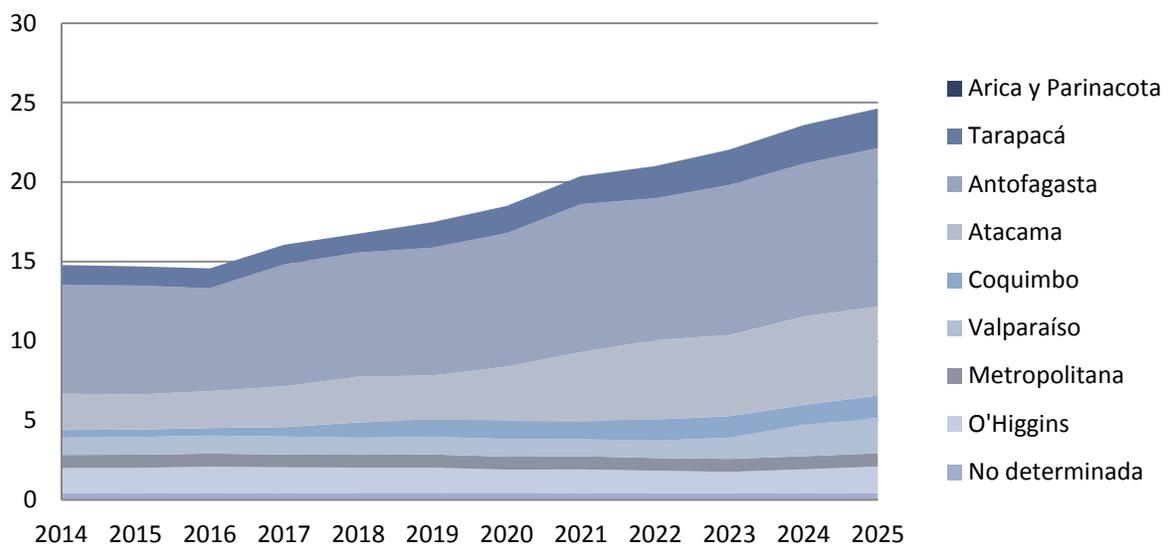
En la figura 5 se aprecia la evolución del consumo de agua de mar a lo largo de los años, pues son cada vez más las mineras que se suman a la construcción de sus propias desaladoras para enfrentar las limitaciones de agua fresca, en la medida que esto sea factible tanto técnica como económicamente.



2.3 Proyección de consumo esperado de agua total por región

La minería absorbe un pequeño porcentaje del consumo consuntivo total del agua en el país, pero sus actividades muchas veces se ubican en las zonas más secas o en cabeceras de cuenca donde se encuentran las nacientes de las aguas. Ello indica que su incidencia regional y local es mucho mayor que la reflejada a escala nacional.

Figura 6 Consumo esperado de agua total en la minería del cobre por región 2014-2025 (m3/seg)

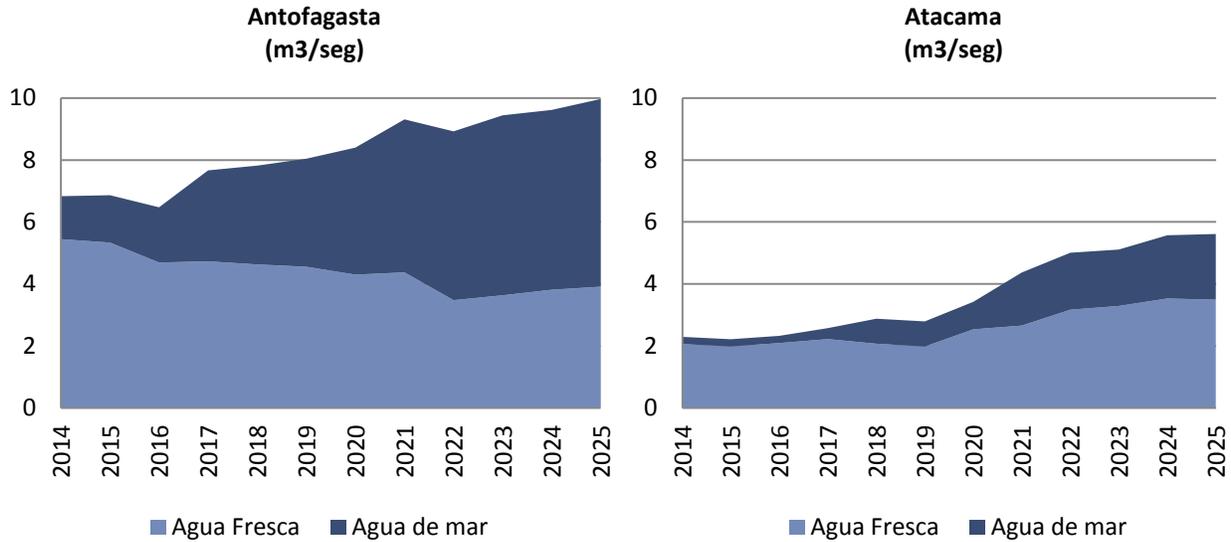


En general, la mayor parte del consumo esperado de agua se encuentra en Antofagasta, que con 15 proyectos representa el 40% del consumo de agua total al 2025. En general estos proyectos gozan de un buen grado de certeza, sin presentar dificultades externas a su desarrollo. Para Atacama se observa un aumento en la demanda de agua, sin embargo, la mayor parte de estos proyectos tienen la condición de potencial por lo que su materialización sería a más largo plazo.

Para ahondar en el análisis del consumo de agua en cada región analizamos las más relevantes en temas de consumo de agua y escases del recurso detalladamente.



Figura 7 Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre en las principales regiones mineras 2014-2025



En la región de Antofagasta cabe destacar que al 2025 el consumo de agua fresca tiene una tendencia decreciente, principalmente por el uso de agua de mar en la minería del cobre, lo que conlleva un menor uso de agua fresca. Se espera que al 2025 el consumo de agua de mar en la región duplique el consumo de agua fresca.

Las operaciones que actualmente utilizan agua de mar son Escondida, Esperanza, Michilla, Mantos de la luna, Altonorte y Sierra Gorda. Por otra parte existen proyectos que planifican el uso de este recurso, entre los que se encuentran la ampliación de la planta desalinizadora de Escondida, actualización de Esperanza y su posterior extensiones de red para abastecer a Antucoya y Encuentro, El Abra Mill Project y RT Sulfuros Fase II ubicados en las cercanías de Chuquicamata y el proyecto Lomas Bayas Sulfuros.

Para la región de Atacama el uso de agua de mar representa un alto porcentaje cercano al 40% al 2025, el hecho de que ésta región atraviesa una severa sequía, que se suma al histórico sobreotorgamiento de derechos de agua hace que la región concentre gran parte de los proyectos mineros cuyo desarrollo plantea uso de agua de origen marino. Los principales proyectos que proponen el uso de agua de mar son Candelaria, Relincho, Diego de Almagro, Santo Domingo y El Morro.



En el caso de la Región de Coquimbo el volumen de consumo de agua de mar esperado es mucho menor, el proyecto de hierro Dominga, con coproducción de cobre, permite que el consumo de agua fresca de la región se mantenga estable a lo largo del tiempo, sin generar mayores impactos en el consumo de agua fresca.

Cabe destacar que en la región de Tarapacá no se consideran proyectos con consumo de agua de mar, sin embargo es necesario tener en consideración que los proyectos de Collahuasi fase III y Quebrada Blanca Hipógeno, que actualmente están suspendido y con RCA desistido respectivamente, cuentan con uso de agua de mar en el caso de desarrollarse.

Finalmente en el caso de regiones no determinadas el consumo de agua proveniente del mar representa un bajo volumen ya que es principalmente por el uso en plantas concentradoras varias.

En vista de la creciente escasez de recursos hídricos, es esencial disminuir la proporción de agua fresca respecto del uso total del recurso. En los siguientes capítulos se analiza detalladamente el consumo de agua fresca y el consumo de agua de mar por separado.



Capítulo 3:

Análisis comparativo del consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre



Capítulo 3: Análisis comparativo del consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre

El agua fresca es un recurso escaso, que no solo es considerado un problema hidrológico, también se trata, cada vez en mayor grado, de un problema económico, que limita el desarrollo de la gran mayoría de las actividades industriales.

Es en este sentido que la minería en Chile ha intensificado el consumo eficiente del agua fresca en sus procesos, logrando cada año menores consumos unitarios por tonelada de mineral. La gestión de los recursos hídricos es cada vez más importante en el desarrollo sustentable de la visión de largo plazo de las empresas lo que se refleja en la proyección para la próxima década.

Por su parte la desalinización del agua de mar no es un tema nuevo en la búsqueda de soluciones a la escasez del recurso hídrico en el mundo. En nuestro país la posibilidad de que este proceso pueda ejecutarse a mediano plazo representa una alternativa para afrontar la limitación que este recurso trascendental significa para muchas zonas de Chile

De acuerdo al catastro realizado por COCHILCO en base a información pública se consideraran las plantas desaladoras y sistemas de uso de agua de mar directamente en los procesos publicados en la tabla 2, considerando la entrada progresiva de éstas de acuerdo a su producción.

Cabe mencionar que las plantas de Mantoverde, Collahuasi fase III y Quebrada Blanca Hipógeno no fueron consideradas ya que la primera se utiliza como medida de compensación para la comunidad, la segunda esta actualmente suspendida y la última mantiene su RCA desistido.

Tabla 2 Catastro de plantas desaladoras y agua de mar de uso directo en minería

Año inicio	Estado	Compañía	Nombre	Sector	Región	Capacidad Planta Desaladora (Its/seg)	Capacidad Agua de Mar Directa (Its/seg)
-	Operando	BHP Billiton	Planta Coloso	Minería del Cobre	Antofagasta	525	-
-	Operando	Antofagasta Minerals	Planta desaladora Michilla	Minería del Cobre	Antofagasta	75	23
-	Operando	Antofagasta Minerals	Esperanza	Minería del Cobre	Antofagasta	50	780-1500
-	Operando	SLM Las Cenizas	Las Cenizas Tal Tal	Minería del Cobre	Antofagasta	9,3	12
-	Operando	Compañía Minera Tocopilla	Mantos de Luna	Minería del Cobre	Antofagasta	-	78
-	Operando	Freeport Mc Moran	Planta desalinizadora Candelaria	Minería del Cobre	Atacama	300	-



2014	Operando	Minera Pampa Camarones	Pampa Camarones	Minería del Cobre	Parinacota	-	12,5
2014	Operando	CAP	Planta Desaladora Cerro Negro Norte	Minería del Hierro	Atacama	200-600	-
2014	Operando	AngloAmericano	Mantoverde	Minería del Cobre	Atacama	120	-
2014	En ejecución	Minera Quadra Chile	Sierra Gorda	Minería del Cobre	Antofagasta	63	1315
2015	Factibilidad	Minera Can Can	Diego de Almagro	Minería del Cobre	Atacama	-	315
2015	En ejecución	Antofagasta Minerals	Agua desalada Antucoya	Minería del Cobre	Antofagasta	20	280
2016	En ejecución	Antofagasta Minerals	Agua de mar Encuentro	Minería del Cobre	Antofagasta	20	115
2017	Factibilidad	Andes Iron	Proyecto Dominga	Minería del Hierro	Coquimbo	450	-
2017	En ejecución	BHP Billiton	Ampliación Planta Coloso	Minería del Cobre	Antofagasta	2500	-
2017	Pre Factibilidad	Xstrata	Agua de mar Lomas Bayas III	Minería del Cobre	Antofagasta	-	500
2018	Pre Factibilidad	El Morro	El Morro	Minería del Cobre	Atacama	640-740	-
2018	Factibilidad	Capstone	Agua de mar Santo Domingo	Minería del Cobre	Atacama	260-290	355
2018	Factibilidad	Codelco Norte	Planta desaladora RT Sulfuros Fase II	Minería del Cobre	Antofagasta	1630	-
2021	Factibilidad	Teck	Relincho	Minería del Cobre	Atacama	700	-

Fuente: En base a información pública.

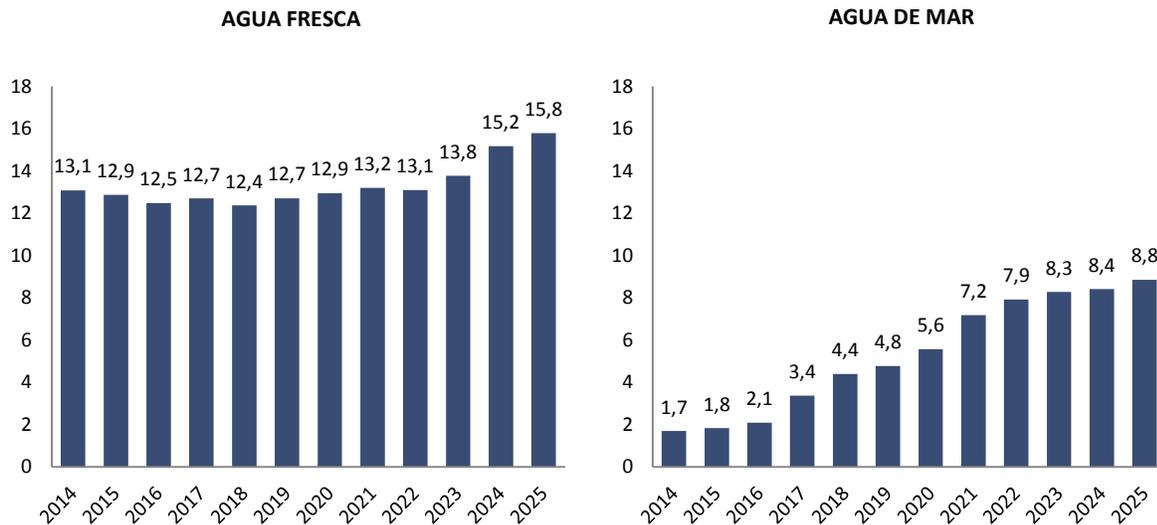


3.1 Proyección de consumo esperado de agua fresca y agua de mar total

De acuerdo a los resultados obtenidos la demanda de agua fresca esperada al 2025 va desde los 13,1 m³/seg en 2014 a los 15,8 m³/seg, lo que representa un aumento del 21% respecto al 2014.

En el caso de agua fresca la tendencia en aumento se explica principalmente por el crecimiento en la cantidad de mineral procesado para la concentradora. La relación entre mineral tratado y cobre fino contenido en el concentrado producido muestra una tendencia desfavorable producto de la baja en las leyes de los minerales, lo que provoca que para obtener la misma cantidad de cobre fino es necesario procesar una mayor cantidad de mineral y por ende utilizar una mayor cantidad de agua.

Figura 8 Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre 2014-2025 (m³/seg)



Para el agua de mar, con la entrada progresiva de acuerdo a la producción de las nuevas plantas desaladoras y aquellos sistemas de uso de agua de mar directamente en los procesos, el consumo de agua de origen marino presenta un acrecentamiento considerable a lo largo de los próximos años.

El valor esperado de consumo de agua de mar va desde los 1,7 m³/seg en 2014 a los 8,8 m³/seg, lo que significa más de cuatro veces lo utilizado el 2014.

Esta acentuación en el consumo de agua de mar es de manera gradual ya que los proyectos entran en operación con una menor producción, y al 2025 gran parte de estos proyectos ya ha alcanzado su nivel de producción esperada, lo que se traduce en un mayor consumo de agua de mar.

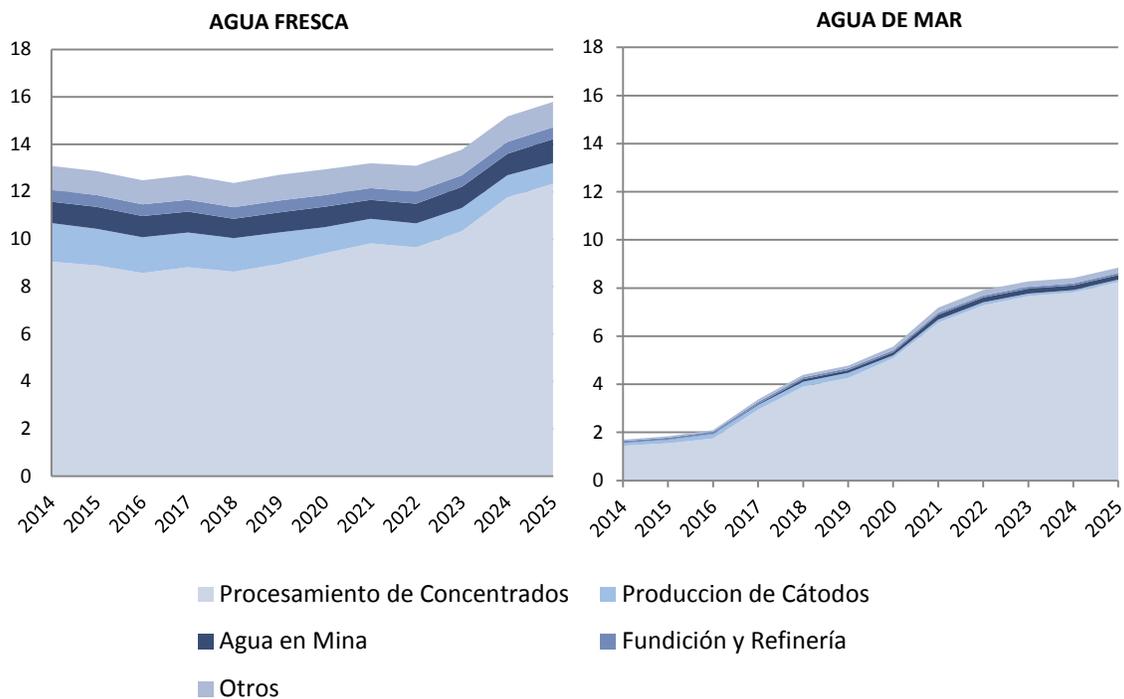


3.2 Proyección de consumo esperado de agua fresca y de mar por proceso

Según las estimaciones del último catastro de inversiones mineras, en los próximos 10 años, la matriz de productos de cobre cambiaría, Chile se volcaría cada vez más intensivo a la producción de concentrados, que actualmente representan aproximadamente un 66% de la oferta. Al 2025, la producción de concentrados de cobre se acercaría a las 7,5 millones de toneladas (actualmente 3,8 millones), mientras que la de cátodos caería por debajo de 1 millón de toneladas (actualmente sobre 2 millones).

En el gráfico se observa la proyección de demanda esperada de agua según el proceso de producción.

Figura 9 Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por proceso 2014-2025 (m3/seg)



Como vimos anteriormente la minería del cobre enfrenta un comportamiento decreciente en las leyes del mineral a extraer, lo que implica que las nuevas plantas deben diseñarse de mayor capacidad de tratamiento de mineral para obtener la misma cantidad de cobre en comparación a las plantas más antiguas.



Al analizar la variación de la demanda según el proceso de producción, vemos que los concentrados demandan gran parte del agua de mar en la minería del cobre, debido tanto a la proyección de producción de concentrados por el natural agotamiento de los recursos oxidados y su reemplazo por los recursos sulfurados, como a lo intensivo en consumo de agua que es la concentradora.

Se espera que al 2025 el agua fresca en concentrados alcancen el 78%, los cátodos el 6%, el agua en mina el 6%, la Fundición y Refinería el 3% y el ítem “otros” el 7%.

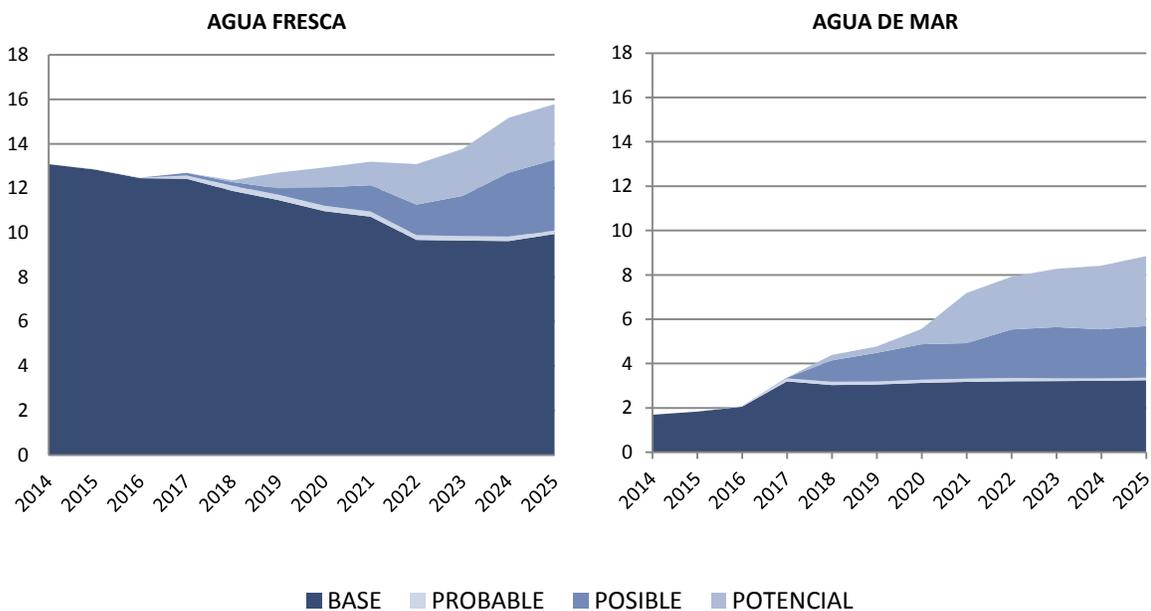
En el caso del consumo esperado de agua de mar por proceso productivo, la tendencia es similar al consumo de agua fresca. De los 8,8 m³/seg de agua proveniente del mar que se esperan para el 2025 un 93% se utilizará en el procesamiento de concentrados.



3.3 Proyección de consumo esperado de agua fresca y de mar por condición

Se definen cuatro condiciones: base, probable, posible y potencial, asociado a los atributos específicos de tipo de proyecto, a la etapa de avance en que se encuentra, al estado de la tramitación ante el SEA y a la fecha estimada de puesta en marcha. Cada atributo tiene una gradualidad que puede asociarse a mayor o menor certeza y la combinación de ellos entrega una percepción de la condicionalidad en que se encuentra para su materialización. (Ver Anexo 1)

Figura 10 Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por condición 2014-2025 (m3/seg)



Se observa que al 2025 más del 60% del consumo de agua fresca en la minería del cobre está asociada a proyectos en condición base, lo que representa una mayor probabilidad de ejecución, mientras que el 40% restante tiene mayor incertidumbre.

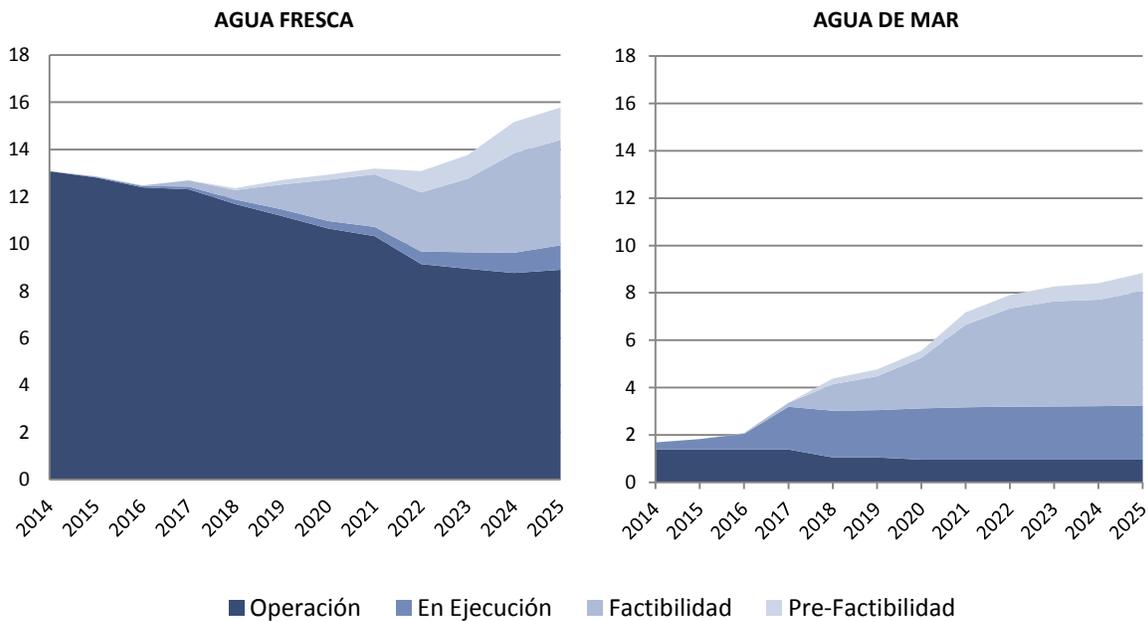
Para el caso del agua de mar la tendencia es diferente, el consumo esperado de agua de mar de las operaciones base aumentan considerablemente por la entrada en operación de la ampliación de la planta desaladora Coloso de Escondida pero luego se mantiene estable. Para el 2025 más de la mitad del consumo esperado de agua de mar proviene de proyectos en condición de posible o potencial, otorgando mayor incertidumbre a su fecha de materialización.



3.4 Proyección de consumo esperado de agua fresca y de mar por etapa de desarrollo

Para analizar la demanda esperada de agua fresca en la minería del cobre según el estado de avance de los proyectos en el catastro de inversiones, se definieron cuatro estados de acuerdo a la etapa de desarrollo; pre factibilidad, factibilidad, en ejecución y operación (Ver Anexo 2). El avance de un proyecto puede verse afectado por algún tipo de suspensión sea por situaciones internas o externas a la voluntad de la compañía. Al estar suspendido el proyecto se detiene en su avance y en algunos casos debería volver al estado anterior para rehacer estudios y así resolver las interrogantes planteadas interna o externamente.

Figura 11 Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por etapa de desarrollo 2014-2025 (m3/seg)



Es posible estimar que a mayor grado de avance de un proyecto aumenta la certeza de su concreción. En consecuencia los proyectos en estado de operación y en ejecución, que representan en 57 % del consumo de agua fresca al 2025, tienen un mayor grado de certidumbre mientras que el 43 % restante corresponde a los proyectos en factibilidad y pre factibilidad sujetos a cambios en las decisiones operacionales.

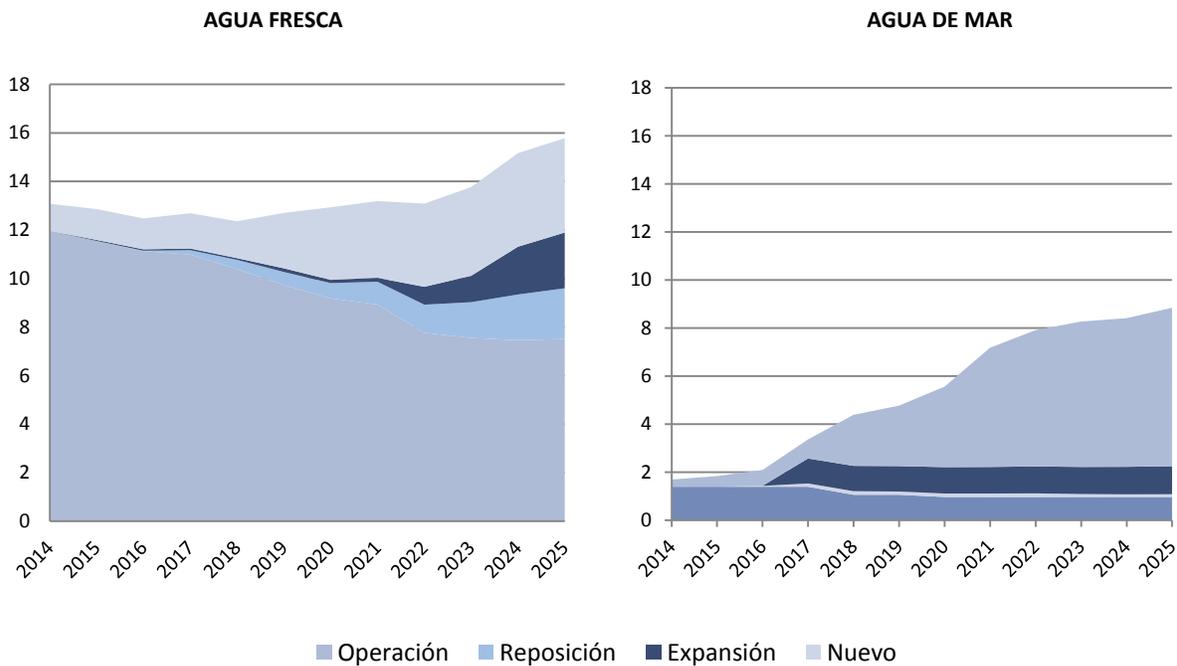
Sin embargo en el caso del consumo esperado de agua de mar se espera que al 2025 el 37 % sean proyectos en operación y ejecución, mientras que el 63 % representa proyectos de factibilidad y pre factibilidad. Por lo tanto podemos asumir que el consumo esperado de agua de mar en la próxima década presenta mayor incertidumbre respecto al consumo de agua fresca.



3.5 Proyección de consumo esperado de agua fresca y de mar por tipo de proyecto

Para determinar la proyección de demanda esperada de agua fresca y agua de mar según tipo de proyecto, se establecieron cuatro categorías: proyectos nuevos, en reposición, de expansión u operando (Ver Anexo 3).

Figura 12 Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por tipo de proyecto 2014-2025 (m3/seg)



Este atributo da información sobre los grados de seguridad de la materialización de un proyecto de inversión, pues se relaciona al propósito estratégico de la compañía y la menor a mayor complejidad que revisten para su materialización.

Al observar la demanda de agua fresca en la minería del cobre según tipo de proyecto se observa que al 2025, un 25% corresponde a proyectos nuevos, lo que conlleva crear el proyecto a partir de cero, sin embargo en relación al consumo de agua se da oportunidad de incorporar nuevas tecnologías de eficiencia que permiten una mejor gestión del consumo hídrico.

Así lo demuestra el consumo esperado de agua de mar, al 2025 se espera que el 75 % del consumo esperado de agua de mar provenga de proyectos nuevos, ya que resulta técnicamente factible instalar el uso de agua de mar desde un principio, mientras que para las operaciones el desafío es mayor, pues es necesario hacer un recambio de la tecnología utilizada.



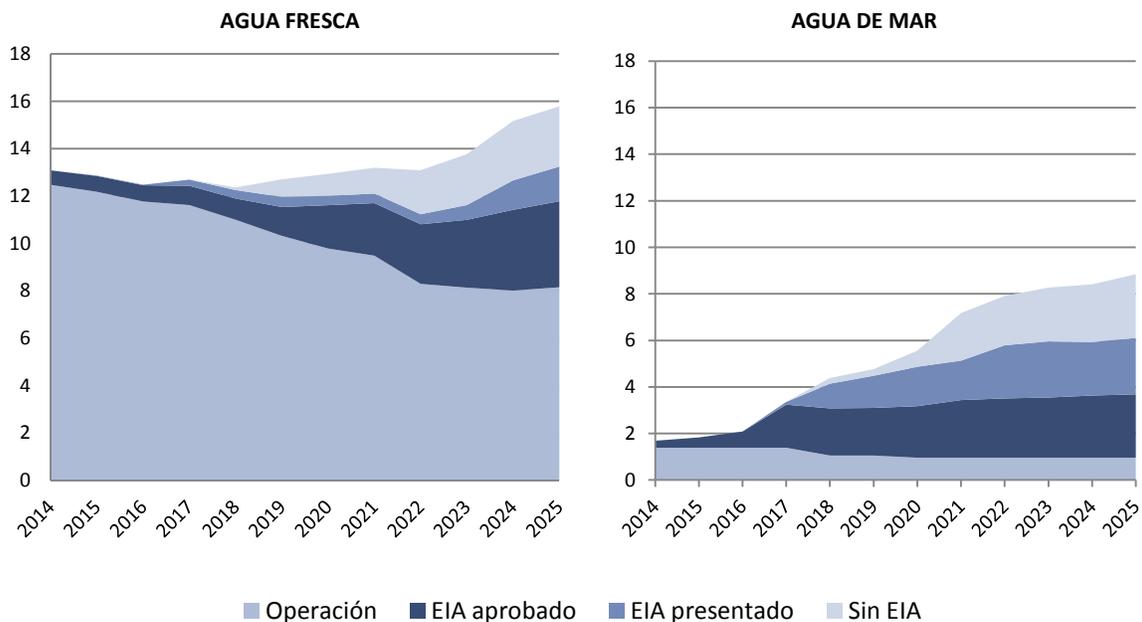
3.6 Proyección de consumo esperado de agua fresca y de mar por estado de permisos ambientales

Todos los proyectos deben contar con la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) aprobada, luego de un exhaustivo proceso técnico-administrativo que incluye participación ciudadana, al que se somete la declaración o el estudio de evaluación ambiental que corresponda.

Por ello se distinguen tres estados de mayor a menor seguridad:

- EIA o DIA aprobada
- EIA o DIA presentado
- Sin EIA o DIA

Figura 13 Consumo esperado de agua fresca y agua de mar en la minería del cobre por estado de permisos ambientales 2014-2025 (m3/seg)



Del total de consumo de agua fresca esperado para la minería del cobre al 2025, el 52% corresponde a operaciones vigentes, mientras que el 23% tiene EIA's aprobados, el 16% no tiene EIA y 9% tiene EIA's presentados.

Para el caso de agua de mar al 2025, el 31% tiene EIA's aprobados, el 31% no tiene EIA mientras que el 27% tiene EIA's presentados y el 11% corresponde a operaciones vigentes.



Capítulo 4: Comentarios Finales



Capítulo 4: Comentarios Finales

Se observa que al 2025 el consumo de agua total aumentará en un 66% respecto al 2014, alcanzando los 24,6 m³/seg. De acuerdo a los valores esperados obtenidos a través de la simulación de Montecarlo, se observa que para el año 2025 se espera que el agua de mar alcance el 36% del agua total requerida en la industria minera del cobre.

De acuerdo a los resultados obtenidos la demanda de agua fresca esperada va desde los 13,1 m³/seg en 2014 a los 15,8 m³/seg al 2015. En el caso del agua de mar, el valor esperado de consumo de agua de mar va desde los 1,7 m³/seg en 2014 a los 8,8 m³/seg, lo que significa más de cuatro veces lo utilizado el 2014.

Al analizar la variación de la demanda según el proceso de producción, vemos que los concentrados demandan gran parte del agua en la minería del cobre, no solo por el aumento de producción de concentrados por el natural agotamiento de los recursos oxidados, sino también por lo intensivo en consumo de agua que es la concentradora.

En el marco de la incertidumbre respecto a la disponibilidad futura de agua, la industria minera busca darle mayor eficiencia al uso de este recurso. Cuanto más produzcamos con la misma cantidad de agua, menor será la necesidad de construir infraestructura, menor la competencia por agua, mayor la seguridad local de abastecimiento y habrá más agua para los distintos usos.

De acuerdo al *International Water Management Institute* la gestión del agua sostenible es posible pero requieren dos mejoras sustanciales en tecnología y gestión de recursos hídricos:

- Mayor productividad del agua: más producción por gota.
- Más almacenamiento: desarrollar recursos adicionales.

La productividad del uso del agua debe mejorarse en forma enérgica. Mediante el incremento de la productividad y aprovechando oportunidades para mejorar su gestión, es posible satisfacer gran parte del aumento de la demanda de agua en 2025, el resto de la demanda debe satisfacerse mediante el desarrollo de abastecimientos adicionales de agua, pero a unos costos económicos, sociales y ambientales factibles y sustentables.

El logro de la mayor productividad que se necesita demandará un esfuerzo mucho mayor y cambios significativos en cómo se gestiona el agua. El incremento de la productividad dependerá de la innovación tanto por medio de investigación básica como de la difusión y adopción generalizadas de sus resultados.

Según el informe “Visión Mundial del Agua” desarrollado por el Consejo Mundial del Agua (WWC por sus siglas en inglés) una parte clave de la innovación necesaria será la toma creciente de conciencia acerca de los temas del agua en toda la población y de la educación y capacitación de personas capaces de generar los cambios necesarios, es decir desarrollo de capacidad en el sector hídrico.



Anexos

Anexo 1 Condiciones de materialización de un proyecto

Condición	Tipo proyecto	Etapas de avance	Trámite SEA	Puesta en marcha
BASE	Cualquiera	Ejecución	RCA aprobada	En el período
PROBABLE	Cualquiera	Ejecución suspendida	RCA aprobada o en reclamación judicial	En el período
	Cualquiera	Factibilidad	RCA aprobada	En el período
	Reposición o Expansión	Factibilidad	EIA o DIA en trámite	En el período
POSIBLE	Reposición o Expansión	Factibilidad suspendida	EIA o DIA en trámite	En el período
	Reposición o Expansión	Factibilidad	EIA o DIA no presentada	En el período
	Nuevo	Factibilidad	EIA o DIA en trámite o no presentada	En el período
	Cualquiera	Factibilidad	RCA aprobada	Fuera del período
	Reposición o Expansión	Factibilidad	EIA o DIA en trámite o no presentada	Fuera del período
POTENCIAL	Cualquiera	Factibilidad suspendida	Cualquiera	Fuera del período
	Cualquiera	Prefactibilidad	Cualquiera	Cualquiera

Anexo 2 Etapas de desarrollo de un proyecto minero

- En ejecución: Cuentan con la aprobación de la inversión y de los permisos correspondientes para su desarrollo. Ya se encuentran en alguna de las fases de ingeniería de detalle y de construcción hasta el inicio de la puesta en marcha.
- En estudio de factibilidad: Aquellos que ya han iniciado los estudios de factibilidad y de evaluación ambiental (EIA o DIA) hasta que los hayan terminado, pero sin haber tomado aún la decisión final aprobatoria de la inversión.
- En estudio de prefactibilidad: Aquellos que se encuentran en la fase inicial de estudios de prefactibilidad hasta que se tome la decisión de continuar a la etapa siguiente.



Anexo 3 Categorías según tipo de proyecto minero

- **Proyectos de reposición:** Son aquellos donde la inversión procura mantener la capacidad productiva de una operación actual (*brownfield*) con nuevos desarrollos mineros, para enfrentar la caída de leyes y/o agotamiento de sectores en explotación. Ello permite prolongar la vida útil del yacimiento y el uso de sus instalaciones.
- **Proyectos de expansión:** Son aquellos donde se busca ampliar la capacidad operacional actual (*brownfield*), a fin de aumentar su escala de producción y disminuir sus costos unitarios, especialmente por la caída de ley de sus recursos mineros a explotar.
- **Proyectos nuevos:** Son aquellos que parten de cero (*greenfield*), teniendo que realizar todo: el proceso de permisos ambientales y sectoriales, desarrollar infraestructura y asentarse en una localización. También se incluyen los proyectos en las operaciones actuales (*brownfield*), pero que contemplan un cambio total en el proceso productivo (Por ej.: de la lixiviación a la concentración), lo que implica prácticamente el desarrollo de un nuevo yacimiento.

Anexo 4 Cifras de proyección de consumo de agua en diferentes categorías

Consumo esperado de agua total por origen 2014 – 2025 (m³/seg)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Agua de mar	1,7	1,8	2,1	3,4	4,4	4,8	5,6	7,2	7,9	8,3	8,4	8,8
Agua Fresca	13,1	12,9	12,5	12,7	12,4	12,7	12,9	13,2	13,1	13,8	15,2	15,8
Total general	14,8	14,7	14,6	16,1	16,7	17,5	18,5	20,4	21,0	22,0	23,6	24,6

Consumo esperado de agua total por región 2014 – 2025 (m³/seg)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Arica y Parinacota	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Tarapacá	1,26	1,20	1,25	1,24	1,18	1,59	1,69	1,75	2,01	2,21	2,41	2,47
Antofagasta	6,83	6,86	6,47	7,66	7,81	8,04	8,40	9,31	8,92	9,44	9,61	9,97
Atacama	2,29	2,21	2,32	2,57	2,87	2,79	3,42	4,36	5,00	5,11	5,57	5,61
Coquimbo	0,48	0,47	0,48	0,59	0,96	1,08	1,13	1,12	1,32	1,35	1,25	1,40
Valparaíso	1,09	1,11	1,13	1,13	1,07	1,11	1,12	1,07	1,09	1,34	1,97	2,23
Metropolitana	0,83	0,84	0,83	0,81	0,81	0,84	0,81	0,83	0,80	0,82	0,83	0,83
No determinada	0,45	0,44	0,45	0,44	0,45	0,45	0,46	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
O'Higgins	1,56	1,57	1,64	1,61	1,59	1,58	1,45	1,48	1,40	1,33	1,48	1,66



Consumo esperado de agua total por proceso 2014 – 2025 (m³/seg)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Agua de mar												
Agua Mina	0,00	0,01	0,01	0,04	0,10	0,11	0,13	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19
Fundición y Refinería	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Otros	0,06	0,06	0,07	0,11	0,10	0,11	0,15	0,21	0,23	0,22	0,22	0,22
Procesamiento de Concentrados	1,44	1,54	1,74	2,94	3,90	4,26	5,08	6,56	7,28	7,66	7,81	8,25
Producción de Cátodos SxEw	0,11	0,14	0,18	0,19	0,20	0,21	0,12	0,12	0,12	0,10	0,10	0,10
Agua Fresca												
Agua en Mina	0,90	0,93	0,89	0,88	0,82	0,85	0,86	0,80	0,83	0,89	0,90	1,01
Fundición y Refinería	0,49	0,50	0,49	0,50	0,49	0,50	0,49	0,50	0,50	0,49	0,50	0,50
Otros	1,02	1,01	1,02	1,04	1,02	1,08	1,08	1,05	1,10	1,08	1,07	1,07
Procesamiento de Concentrados	9,04	8,88	8,56	8,81	8,62	8,94	9,40	9,81	9,65	10,3 3	11,7 6	12,3 3
Producción de Cátodos SxEw	1,63	1,54	1,51	1,47	1,42	1,33	1,10	1,04	1,01	0,97	0,93	0,87

Consumo esperado de agua total por condición 2014 – 2025 (m³/seg)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Agua de mar												
Base	1,69	1,84	2,05	3,20	3,03	3,06	3,13	3,18	3,20	3,21	3,22	3,25
Posible	0,00	0,00	0,00	0,03	0,96	1,29	1,60	1,60	2,18	2,31	2,21	2,33
Potencial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,29	0,69	2,26	2,38	2,63	2,87	3,15
Probable	0,00	0,00	0,03	0,14	0,15	0,14	0,14	0,15	0,15	0,12	0,11	0,12
Agua Fresca												
Base	13,08	12,84	12,45	12,43	11,88	11,46	10,97	10,72	9,67	9,64	9,62	9,94
Posible	0,00	0,00	0,00	0,12	0,17	0,29	0,83	1,18	1,38	1,81	2,87	3,19
Potencial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,71	0,90	1,05	1,82	2,11	2,47	2,50
Probable	0,00	0,02	0,03	0,15	0,23	0,24	0,24	0,23	0,21	0,20	0,20	0,16



Consumo esperado de agua total por etapa de desarrollo 2014 – 2025 (m³/seg)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Agua de mar												
Operación	1,39	1,39	1,39	1,39	1,06	1,06	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
En Ejecución	0,30	0,44	0,66	1,80	1,97	2,00	2,16	2,21	2,24	2,25	2,26	2,28
Factibilidad	0,00	0,00	0,03	0,17	1,11	1,43	2,13	3,48	4,15	4,44	4,49	4,83
Pre-Factibilidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,29	0,30	0,52	0,57	0,62	0,70	0,76
Agua Fresca												
Operación	13,08	12,81	12,39	12,31	11,69	11,18	10,65	10,33	9,14	8,94	8,77	8,90
En Ejecución	0,00	0,03	0,06	0,11	0,19	0,28	0,31	0,39	0,53	0,70	0,86	1,04
Factibilidad	0,00	0,02	0,03	0,26	0,40	1,05	1,75	2,23	2,50	3,11	4,22	4,47
Pre-Factibilidad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,19	0,22	0,24	0,91	1,01	1,32	1,37

Consumo esperado de agua total por tipo de proyecto 2014 – 2025 (m³/seg)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Agua de mar												
Expansión	0,00	0,00	0,00	1,04	1,05	1,06	1,10	1,11	1,12	1,13	1,15	1,17
Operación	1,39	1,39	1,39	1,39	1,06	1,06	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Nuevo	0,30	0,44	0,66	0,79	2,13	2,52	3,35	4,96	5,68	6,05	6,19	6,60
Reposición	0,00	0,00	0,03	0,14	0,15	0,14	0,14	0,15	0,15	0,12	0,11	0,12
Agua Fresca												
Expansión	0,00	0,04	0,06	0,07	0,07	0,15	0,13	0,16	0,74	1,09	1,97	2,29
Operación	11,97	11,55	11,13	10,99	10,39	9,73	9,18	8,93	7,77	7,55	7,46	7,51
Nuevo	1,12	1,27	1,27	1,45	1,52	2,28	2,99	3,16	3,43	3,65	3,86	3,89
Reposición	0,00	0,00	0,01	0,18	0,38	0,54	0,63	0,94	1,16	1,47	1,88	2,09

Consumo esperado de agua total por estado de los permisos ambientales 2014 – 2025 (m³/seg)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Agua de mar												
EIA aprobado	0,30	0,44	0,70	1,85	2,03	2,04	2,21	2,47	2,55	2,58	2,67	2,72
EIA presentado	0,00	0,00	0,00	0,12	1,06	1,38	1,69	1,69	2,28	2,41	2,30	2,42
N/A	1,39	1,39	1,39	1,39	1,06	1,06	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Sin EIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,29	0,69	2,05	2,12	2,31	2,48	2,74
Agua Fresca												
EIA aprobado	0,61	0,67	0,68	0,81	0,89	1,21	1,83	2,22	2,51	2,86	3,41	3,63
EIA presentado	0,00	0,02	0,02	0,26	0,36	0,43	0,39	0,40	0,42	0,62	1,24	1,46
N/A	12,47	12,18	11,77	11,62	11,00	10,32	9,79	9,48	8,29	8,13	8,01	8,15
Sin EIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,74	0,93	1,09	1,86	2,15	2,50	2,54



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

Camila Montes Prunes
Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Jorge Cantallopts
Director de Estudios y Políticas Públicas

Diciembre / 2014

