



AÑOS

CRHIAM

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

ANID/FONDAP/15130015

POLICY  
BRIEFS  
CRHIAM

07

# Hacia un sistema interconectado de agua en Chile



Pedro G. Toledo

## HACIA UN SISTEMA INTERCONECTADO DE AGUA EN CHILE

Por Pedro G. Toledo, investigador principal y subdirector CRHIAM.

Versión impresa ISSN 2735-7929

Versión en línea ISSN 2735-7910

- El agua de mar ha sido clave para la sostenibilidad de la minería. Su consumo crece a una tasa media anual del 9%.
- Las estimaciones para la minería del cobre solamente indican que el consumo de agua continental esperado en 2032 alcanzaría los 6,7 m<sup>3</sup>/s, lo que representa una disminución del 45% con respecto al consumo de agua continental en este sector en 2020.
- Se propone explorar la factibilidad de un sistema interconectado de agua, que restaure la seguridad del agua como hizo la red eléctrica con la seguridad eléctrica.

El gran desafío de la industria minera es la sustentabilidad del ecosistema que habita, que incluye las zonas más secas del planeta, en sus dimensiones de crecimiento económico, desarrollo social y cuidado del medio ambiente. En acciones sin precedentes, la industria ha comenzado a renunciar a utilizar el agua fresca y sus derechos en beneficio de las personas y sus actividades; ejemplos son Minera La Escondida de cobre y, recientemente, Albemarle de litio. Seguramente estos casos emblemáticos serán los primeros de una serie virtuosa de transferencias de agua fresca por parte de las empresas a las comunidades. De esta forma, la crisis del agua, especialmente severa en la macrozona norte de Chile, estaría encontrando algo de alivio, aún más si se valora el creciente esfuerzo de las empresas mineras por cerrar el ciclo del agua (actualmente 72%). Esto implica optimizar y en ocasiones sustituir tecnologías y procesos, en cuanto al consumo de agua.

Otros sectores, como la agricultura, también están haciendo grandes esfuerzos para una mejor gestión y uso eficiente del recurso, lo que se espera pueda liberar agua para unos cientos de hectáreas que hoy no pueden ser utilizadas productivamente. Sin embargo, se necesitará más que esto, especialmente considerando que la agricultura retrocede rápidamente de la macrozona centro a la macrozona sur del país debido a la disminución sostenida y creciente en la disponibilidad de recursos hídricos causada por el cambio climático. Esta disminución alcanza el 50% en las macrozonas centro-norte y el 20% en la macrozona sur, con una disponibilidad hídrica que se proyecta seguirá disminuyendo en los próximos 30 años (Cochilco, 2020). Por lo tanto, la pregunta apremiante para la minería y la agricultura en áreas desérticas y secas es qué agua usar en lugar de agua fresca.

La minería a gran escala ha encontrado una solución en el agua de mar. A partir de 2015 se empezó a utilizar agua de mar desalada, parcialmente desalada y en algunos casos agua de mar tal cual (como se utiliza desde hace más de 40 años en la pequeña minería). Las estimaciones para la minería del cobre solamente indican que el consumo de agua continental esperado en 2032 alcanzaría los 6,7 m<sup>3</sup>/s, lo que representa una disminución del 45% con respecto al consumo de agua continental en este sector en 2020. El agua continental incluye aguas superficiales como el agua de lluvia, escorrentías, embalses de aguas superficiales, lagos, ríos y aguas subterráneas, como fuentes de agua y acuíferos. El consumo de agua continental decrece a una tasa media anual del 5%, mientras que el consumo de agua de mar crece a una tasa media anual del 9% de forma que en 2032 el agua de mar alcanzaría los 14,2 m<sup>3</sup>/s, es decir, el 68% de la demanda de agua de la minería del cobre en ese año, frente al 30% en 2020.

Sin duda, el agua de mar ha sido clave para la sostenibilidad de la minería. Una vez desalinizada, el agua de mar también ha sido fuente de vida en la macrozona norte y, en general, en las zonas costeras alejadas de los servicios de agua potable. Sin embargo, la profusión de plantas desalinizadoras, 23 actualmente en operación (14 mineras e industriales y 9 agua potable) y otras 12 o más en camino (Minería Chilena, 2022), típicamente produciendo por debajo de su capacidad máxima y en un esquema de una o más plantas desalinizadoras por empresa minera, no es sostenible.

Esta realidad ha dado paso a la idea de evaluar la factibilidad técnico-económica de la habilitación de infraestructura compartida (SMI-ICE-Chile, 2022).

El uso de agua de mar desalinizada para paliar la falta de agua fresca sólo debe darse cuando el agua reutilizada y reciclada sea insuficiente tanto para la industria (todos los sectores) como para el consumo humano. Esto incluye el uso y manejo de aguas residuales negras y aguas residuales grises. Además, hay evidencia de que algunas empresas utilizan agua tratada en las etapas preliminares de lavado de equipos, una operación intensa en el consumo de agua. Claramente, esto no debería ser opcional.

De esta manera, toda agua, de lluvia, doméstica, comercial, industrial, municipal, potable, incluidos los efluentes, pasa a ser considerada valiosa. El movimiento *One Water*<sup>1</sup> señala que un enfoque integrado del agua aborda de manera efectiva los desafíos del cambio climático, incluidos el envejecimiento de la infraestructura, la contaminación y las regulaciones cambiantes, y agrega que "muchos beneficios se acumulan cuando se rompen las barreras que tradicionalmente separan el agua, los efluentes, agua de lluvia y reutilización" (The One Foundation, 2022).

Considerando todos estos aspectos, algunos más acordados que otros, aunque se espera que la creciente demanda de agua acelere acuerdos amplios, y con base en el exitoso sistema interconectado central de energía en Chile, se propone explorar la factibilidad de un sistema interconectado de agua, que restaure la seguridad del agua como hizo la red eléctrica con la seguridad eléctrica.



Figura 1. Desarrollo sustentable en base a un sistema de abastecimiento de agua interconectado en el que todas las aguas son valiosas. Fuente: Elaboración propia.

## RECOMENDACIONES

### ➤ En cuanto al consumo real de cada empresa:

- Hacer transparente el consumo de agua.
- Estandarizar la reportabilidad del consumo de agua de cada empresa (minería, agricultura, fibra, otras).

### ➤ En cuanto a la red de agua:

- Diseñar y construir la red de agua partiendo por un sistema simple y delimitado.
- Monitorear, analizar y controlar la red de agua.
- Desarrollar dispositivos móviles autónomos para el monitoreo dinámico de la calidad del agua con la capacidad de transmitir datos en tiempo real o casi real.
- Desarrollar modelos estocásticos para determinar el transporte y el destino de los contaminantes.

#### ➤ En cuanto a las plantas desaladoras y el impacto de la desalinización:

- Determinar la capacidad instalada para producir agua salada, verificar el tamaño de la cuota que se puede ofrecer.
- Determinar el impacto de las salmueras híper-concentradas y calientes que se devuelven al mar sobre la vida acuática.
- Generar normativa sobre la calidad del agua desalada para consumo humano.
- Medir la huella de carbono, aunque se prevé un uso mayoritario de energías renovables.
- Evaluar la seguridad del *swapping* de agua<sup>2</sup>.
- Evaluar la factibilidad técnico-económica para habilitación de infraestructura compartida.

#### ➤ En cuanto a la captación de agua de lluvia:

- Determinar el tamaño de la cuota que se puede ofrecer.
- Diseñar la infraestructura necesaria.
- Desarrollar normativa para la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia en todo el país.

#### ➤ En cuanto al tratamiento y reutilización de aguas residuales:

- Determinar el tamaño de la cuota que se puede ofrecer.
- Aprovechar tecnologías maduras y emergentes para maximizar la recuperación de nutrientes, materia orgánica y vectores energéticos como nitrógeno y metano y disponer de agua para su reutilización (que no se descarte en los ecosistemas acuáticos).
- Socializar estrategias de reúso de aguas residuales para mejorar la confianza y percepción de la población.
- Desarrollar cuerpos legales que regulen los aspectos administrativos, técnicos y ambientales de la reutilización de aguas residuales.

#### ➤ En cuanto a la optimización de la gestión y uso del agua en los procesos mineros:

- Recircular, hoy alcanza 72% pero hay tecnología para llegar al 80%.
- Optimizar procesos, minimizar pérdidas de agua, mejorar la elección de reactivos de especialidad y la compatibilidad ambiental, minimizar la cantidad de agua para transportar sólidos inertes a tranques de relave y recuperar esta agua por compresión espontánea de los sólidos, aumentar el espejo de agua y facilitar su retorno a proceso.

#### ➤ En cuanto a la optimización de la gestión y uso del agua en la agricultura (por ejemplo):

- Optimizar los patrones de cultivo.
- Optimizar las estrategias de riego.
- Desarrollar/adaptar y verificar un modelo económico para la optimización de los recursos hídricos en la agricultura.
- Desarrollar cultivos tolerantes al agua con salinidad en el límite superior de lo aceptable.

---

#### NOTAS

<sup>1</sup> Toda agua, de lluvia, doméstica, comercial, industrial, municipal, potable, incluidos los efluentes, es valiosa, y la diferenciación acostumbrada limita los beneficios ante una demanda creciente de agua.

<sup>2</sup> Es un modelo de intercambio de agua, por ejemplo, la minería de altura usa el agua de la alta montaña y a cambio provee agua desalada en el valle, o la minería provee agua desalada a las comunidades aledañas y para procesar utiliza agua de efluentes tratados.

---

#### REFERENCIAS

Cochilco. 2021. Proyección de consumo de agua en la minería del cobre Periodo 2021-2032.

Minería Chilena, Inteligencia de Mercados de B2B Media Group. 2022. Catastro de Plantas Desalinizadoras y Sistemas de Impulsión de Agua de Mar en Chile 2022/2023, VII versión.

The One Foundation. 2022. [theonefoundation.org.uk](https://theonefoundation.org.uk)

SMI-ICE-Chile. 2022. Infraestructura hídrica compartida como una opción, Minería Chilena. Disponible en: <https://www.mch.cl/2022/04/01/infraestructura-hidrica-compartida-como-una-opcion-identifican-desafios-y-oportunidades-para-chile-y-peru/>

POLICY  
BRIEFS  
CRHIAM  
07



Universidad de Concepción



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA



Universidad del Desarrollo  
Universidad de Excelencia



📍 Victoria 1295, Concepción – Chile

☎ 41-2661570

✉ crhiam@udec.cl

@crhiam        crhiam.cl