



INFORME CONSUMO DE AGUA
EN MINERÍA 2017



SONAMI

RESUMEN

Al ser el agua un insumo crítico en el proceso productivo que implementa el sector minero para la obtención de sus productos finales, y considerando que esta actividad se lleva a cabo principalmente en zonas del país que presentan escasez hídrica, es de suma importancia contar con la mayor información que sea posible sobre el consumo de este recurso, en los distintos sectores productivos mineros del país.

Para colaborar con lo anterior, es que SONAMI ha desarrollado por tercer año consecutivo, un estudio del consumo de agua en la totalidad del sector minero en Chile, para el año 2017. Lo anterior, a través de la implementación de una encuesta sobre consumo hídrico, que incorpora a la gran y mediana minería de cobre, así como a la minería de otros metales y no metálica, y que se suma a la información publicada por COCHILCO sobre las fundiciones y refinerías chilenas.

Durante el año en estudio, la minería del cobre ha consumido 13,1 m³/seg de agua continental, ya sea de origen superficial, subterráneo o abastecida de proveedores terceros, mientras que la minería de otros metales y no metálica ha consumido 1,7 m³/seg, lo que entrega un consumo total para la minería chilena de 14,8 m³/seg. (Figura 1)



Fuente: COCHILCO, SONAMI, 2018

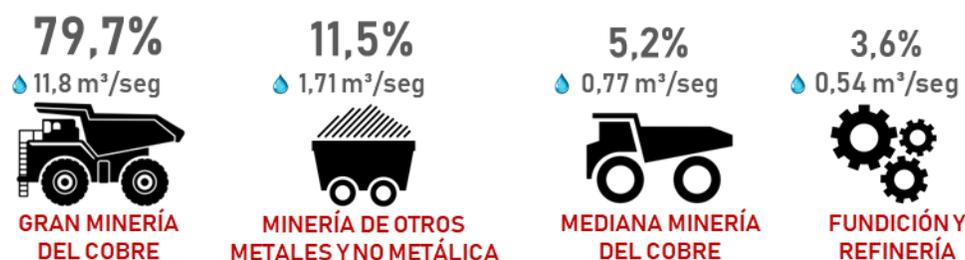
Este valor de consumo total de agua en la minería chilena, representa una disminución del 0,6% en comparación al valor total obtenido para el año 2016, que alcanzó a 14,9 m³/seg. En este resultado incide el menor consumo de agua continental del sector minero del cobre, que es 3,8% inferior al valor del año 2016, que era de 13,6 m³/seg.

Por otra parte, el consumo de agua del sector minero de otros metales y no metálico aumenta un 2,7% en comparación al año 2016, que alcanzaba 1,3 m³/seg, considerando a las mismas empresas que participan de la encuesta. Es importante mencionar que para el catastro 2017 de este sector de

la minería, se han incorporado nuevas empresas, razón por la cual los consumos finales reportados aumentan de 1,3 m³/seg en el 2016 a 1,7 m³/seg en 2017.

De los distintos sectores mineros incorporados en el estudio, la gran minería del cobre es responsable del mayor porcentaje del consumo de agua continental, al representar el 79,7% del total con un consumo de 11,8 m³/seg. Con un valor considerablemente inferior, le sigue la minería de otros metales y no metálica, que con un flujo de 1,7 m³/seg representa el 11,5% del consumo total de agua continental en el rubro. La mediana minería utiliza 0,77 m³/seg de agua fresca para su operación, lo que representa el 5,2% del total, mientras que las fundiciones y refinerías chilenas representan el menor porcentaje del consumo, al alcanzar el 3,6% con un flujo de 0,54 m³/seg. (Figura 2)

Figura 2 Consumo de agua continental por sector productivo en minería, 2017



Fuente: COCHILCO, SONAMI, 2018

El agua continental, dentro de sus fuentes de origen subterráneo, incluye a las aguas del minero, las que para el año 2017 representan un 10,5% del consumo total de recursos hídricos continentales en los que incurre la gran minería del cobre, mientras que para el sector cobre de mediana envergadura representa el 2,4% del consumo. Para la minería de otros metales y no metálica, las aguas del minero representan el 0,8% de su abastecimiento total del recurso hídrico continental. Así, con un consumo de 1,3 m³/seg, las aguas del minero representan el 8,6% del consumo de agua fresca total consumida en minería.

Adicional a las aguas de origen continental, la industria minera abastece su necesidad hídrica con agua de mar, la que es utilizada en los procesos directamente desde su extracción o posterior a un proceso de desalado. Para el año en estudio, el consumo de agua de mar para la minería del cobre alcanza los 3,1 m³/seg, lo que representa un aumento del 16,6% en comparación al consumo del año 2016, que alcanzaba 2,7 m³/seg. Para la minería de otros metales y no metálica, en tanto, el consumo alcanza 0,2 m³/seg.

Al considerar el abastecimiento del recurso hídrico desde fuentes continentales y marítimas, esto es, sin considerar el agua recirculada, la gran minería del cobre abastece con agua de mar el 20,4% de su requerimiento. Ello muestra un avance en comparación al 17,3% que representa el agua de mar en su consumo 2016. La minería de otros metales y no metálica, y la mediana minería del cobre lo hacen en un porcentaje del 10,2% y 7,9% respectivamente. Al considerar el abastecimiento de toda la industria, el agua de mar representa el 18,2% del consumo hídrico continental y marítimo, valor que alcanza con un flujo de 3,3 m³/seg, y que supera el valor alcanzado en 2016 (2,9 m³/seg, equivalentes al 16,5% del total).

El mayor porcentaje del recurso hídrico que utiliza la industria es abastecido por el agua recirculada y representa el 73,6% del total. Ello se compara con el 72,7% alcanzado en 2016. La minería de otros metales y no metálica utiliza una recirculación de 0,99 m³/seg, que para el año 2017 representa el 34,2% de su abastecimiento total. A su vez, representa una mejora respecto al 27,8% del año 2016. Por subsectores, la tasa de recirculación de la gran minería del cobre asciende al 76,5%, mientras que la mediana minería del cobre maneja una tasa del 59,5% para el año 2017, con un flujo de agua reutilizada de 1,2 m³/seg. Ambos subsectores reflejan los esfuerzos realizados para aumentar sus porcentajes de recirculación, al superar los valores alcanzados en 2016 de 75,4% y 58% respectivamente.

ÍNDICE

<u>1</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	7
1.1	ANTECEDENTES	8
<u>2</u>	<u>UTILIZACIÓN DE AGUA EN MINERÍA</u>	10
	RECUADRO: DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR	11
<u>3</u>	<u>RESULTADOS</u>	13
3.1	GRAN MINERÍA DEL COBRE.....	15
3.2	MEDIANA MINERÍA DEL COBRE.....	17
3.2.1	PRODUCCIÓN REGIONAL DE COBRE	19
3.3	MINERÍA DE OTROS METALES Y NO METÁLICA	20
3.4	RECIRCULACIÓN DE AGUA.....	22
3.5	AGUA DE MAR	25
3.6	AGUAS DEL MINERO	27
<u>4</u>	<u>COMENTARIOS FINALES</u>	28

ÍNDICE DE FIGURAS

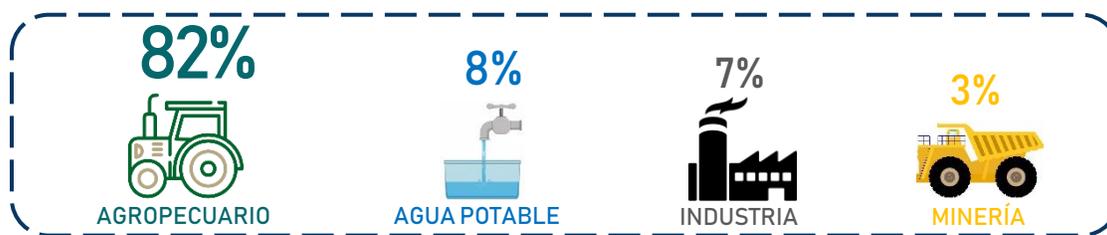
FIGURA 1.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS CONSUNTIVOS DEL AGUA A NIVEL NACIONAL	7
FIGURA 2.1 CLASIFICACIÓN DE FUENTES DE AGUA.....	10
FIGURA 3.1 CONSUMO DE AGUA CONTINENTAL POR SECTOR PRODUCTIVO EN MINERÍA, 2017.....	13
FIGURA 3.2 CONSUMO DE AGUA CONTINENTAL EN MINERÍA, 2017	14
FIGURA 3.3 CONSUMO TOTAL DE AGUA EN MINERÍA, CONTINENTAL Y DE MAR, 2017	14
FIGURA 3.4 CONSUMO DE AGUA TOTAL POR FUENTE, 2017	15
FIGURA 3.5 CONSUMO POR FUENTES DE AGUA EN LA GRAN MINERÍA DEL COBRE, 2017	16
FIGURA 3.6 CONSUMO DE AGUA CONTINENTAL EN LA GRAN MINERÍA DEL COBRE, 2017	16
FIGURA 3.7 CONSUMO DE AGUA POR REGIÓN EN LA GRAN MINERÍA DEL COBRE, 2017	17
FIGURA 3.8 CONSUMO POR FUENTES DE AGUA EN LA MEDIANA MINERÍA DEL COBRE, 2017.....	18
FIGURA 3.9 CONSUMO DE AGUA CONTINENTAL EN LA MEDIANA MINERÍA DEL COBRE, 2017	18
FIGURA 3.10 CONSUMO DE AGUA POR REGIÓN EN LA MEDIANA MINERÍA DEL COBRE, 2017.....	19
FIGURA 3.11 PRODUCCIÓN CHILENA DE COBRE POR REGIÓN.....	19
FIGURA 3.12 CONSUMO POR FUENTES DE AGUA EN LA MINERÍA DE OTROS METALES Y NO METÁLICA, 2017	20
FIGURA 3.13 CONSUMO DE AGUA CONTINENTAL EN LA MINERÍA DE OTROS METALES Y NO METÁLICA, 2017	21
FIGURA 3.14 CONSUMO DE AGUA POR REGIÓN EN LA MINERÍA DE OTROS METALES Y NO METÁLICA, 2017.....	21
FIGURA 3.15 RECIRCULACIÓN DE AGUA EN LA INDUSTRIA MINERA DEL COBRE, 2011 - 2017.....	22
FIGURA 3.16 RECIRCULACIÓN DE AGUA EN LOS DISTINTOS SECTORES DE LA INDUSTRIA MINERA, 2015 - 2017	23
FIGURA 3.17 UTILIZACIÓN DE AGUA DE MAR POR SECTOR PRODUCTIVO EN MINERÍA, 2017.....	25
FIGURA 3.18 UTILIZACIÓN DE AGUAS DEL MINERO POR SECTOR PRODUCTIVO EN MINERÍA, 2017	27

1 INTRODUCCIÓN

La industria minera, comprometida con el desarrollo sostenible de la actividad, ha realizado considerables inversiones durante los últimos años y se ha dedicado a la modernización de sus operaciones, con el fin de alinearse con altos estándares de sostenibilidad medioambiental en todas las etapas de su operación. Algunas de las medidas implementadas en este marco, ha sido aumentar exponencialmente la re-utilización de las aguas en los distintos procesos, optimizar la utilización de agua fresca o continental, así como también incorporar el agua de mar, salada o desalada, en las etapas de obtención del cobre y de otros minerales de interés que en el país se producen.

Lo anterior es relevante al considerar que el sector minero es responsable del consumo del 3% del suministro de agua en Chile (Figura 1.1), de acuerdo a información de la Dirección General de Aguas. A pesar de que este valor pueda considerarse bajo, es importante incorporar en la ecuación, que la actividad se desarrolla principalmente en sectores del país con escasez hídrica, como lo es la zona norte de Chile.

Figura 1.1 Distribución de los usos consuntivos del agua a nivel nacional.



Fuente: Atlas del Agua, DGA 2016

Con el fin de contribuir al mayor conocimiento que tiene la industria sobre sus consumos de agua, es que SONAMI ha realizado por tercer año consecutivo, un levantamiento del consumo hídrico en la industria minera. Se complementa, así, la información ya entregada por COCHILCO, con información de la minería de otros metales (hierro, oro y polimetálica) y no metálica, así como con la separación entre gran y mediana minería del cobre.

El levantamiento de los datos se ha realizado a través de la implementación de una encuesta sobre el consumo de recursos hídricos, además de información pública de distintas empresas, abarcando aproximadamente el 97% de la industria minera. Son encuestadas empresas pertenecientes a la Gran Minería del Cobre, a la Mediana Minería del Cobre, y a la minería de Oros Metales (no cobre), y No metálica.

Para la confección de dicha encuesta y la interpretación de los resultados entregados por las distintas empresas mineras, se ha utilizado la guía “Water Accounting Framework for the Minerals Industry (WAF)” propuesta por el Consejo de Minerales de Australia (MCA), en conjunto con el Instituto de Minerales Sostenibles de la Universidad de Queensland (SMI). Adicionalmente, se ha utilizado la “Guía práctica para una presentación coherente de informes sobre el agua”, propuesta por el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM).

Estas herramientas permiten identificar, en cada una de las etapas del proceso productivo minero, las entradas, salidas y eficiencia en la reutilización del agua utilizada, así como también generar un reporte estándar para todas las empresas, que facilite la interpretación de sus datos.

Los resultados obtenidos pretenden contribuir con la transparencia con que la industria reporta sus consumos del recurso hídrico a la población, para así apoyar el aumento del conocimiento popular que se tiene sobre el consumo de agua en la industria minera. Finalmente, los resultados también pretenden apoyar a las distintas empresas en la gestión sustentable de los recursos hídricos empleados en sus operaciones e incentivarlas a continuar los esfuerzos ya realizados en términos técnicos y en la mayor capacitación de su personal especializado.

1.1 ANTECEDENTES

El Banco Mundial estima que una persona necesita aproximadamente 2.000 m³/año para su desarrollo sustentable, esto es, poder vivir y realizar todas sus actividades cotidianas en el día a día. Por lo tanto, para que un país sea capaz de abastecer a toda su población de recursos hídricos que permitan su desarrollo sustentable, es necesario que como mínimo cuente con recursos de agua dulce renovables que alcancen este valor per cápita anualmente.

De acuerdo a información del Banco Mundial para el año 2014, la disponibilidad mundial de recurso hídrico alcanza los 5.921 m³/per cápita/año, mientras que en Chile, alcanza los 50.245 m³/per cápita/año¹.

Si bien la disponibilidad de nuestro país es ocho veces superior al promedio mundial, está desigualmente distribuida regionalmente. Así, es muy baja en zonas áridas del norte del país, mientras que las zonas del centro/sur cuentan con mayores recursos de agua. En particular, entre

¹ Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/ER.H2O.INTR.PC?view=chart>

la región XV y la región metropolitana, la disponibilidad promedio alcanza a 499 m³/persona/año. Esto es, el 44% del territorio nacional no cuenta con el mínimo disponible para un desarrollo sustentable. Y esta es la zona donde la minería se desarrolla mayormente. Así, aunque no existiera la minería, en esta zona la población no cuenta con un mínimo de disponibilidad de recurso hídrico.

El sector minero, consciente de esta situación, hace muchos años que se ha preocupado de contar con nuevas fuentes de agua, insumo estratégico para sus funciones. Algunas de estas medidas son utilización eficiente del recurso, uso de agua de mar y recirculación. Y esto es lo que muestra el presente documento.

2 UTILIZACIÓN DE AGUA EN MINERÍA

Para realizar un correcto análisis de los consumos de agua en la industria, es necesario conocer de dónde proviene el recurso, y los distintos impactos que su extracción tiene sobre el medio ambiente y las comunidades aledañas a la operación minera.

Para comenzar a abordar el primer punto, es importante mencionar que más de un 70% del agua que se utiliza en minería, corresponde a recirculación de la misma, lo que consiste en que un volumen determinado del recurso es sometido o no a un proceso de tratamiento, para así ser utilizado las veces que sea necesario.

Por otro lado, y en menor medida, la industria utiliza agua que se extrae desde el continente o del océano. El agua continental es adquirida desde proveedores terceros, o bien es extraída desde fuentes superficiales o subterráneas. Estas últimas se dividen en aguas de pozo y aguas del minero. Por otra parte, el agua de mar es utilizada en las operaciones mineras directamente luego de su extracción o posterior a un proceso de desalado (Figura 2.1).

Figura 2.1 Clasificación de fuentes de agua



Fuente: SONAMI, 2018

La extracción de agua desde fuentes continentales subterráneas y superficiales ha ido disminuyendo con los años, gracias al mayor uso que se le ha dado tanto al agua proveniente del océano como al agua reciclada, y a la optimización de sus consumos. Es importante entonces, continuar con los esfuerzos que permitan reducir la extracción de aguas continentales, considerando el contexto de escasez hídrica en que se encuentran las zonas del país donde se lleva a cabo la mayor parte de la minería chilena.

RECUADRO: DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR

En la mayoría de las faenas mineras que utilizan agua de mar en sus operaciones, esta es primero sometida a un proceso de desalinización, mediante el cual se extraen las sales disueltas en el agua, obteniendo como resultado agua dulce y salmuera.

Para llevar a cabo el proceso, el agua es extraída mediante succión desde el Océano Pacífico, y luego impulsada mediante bombas a la planta de tratamiento. Dicha planta puede estar ubicada cercana a la costa o a la operación minera, y es donde se lleva a cabo el proceso de desalinización.

Para lograr la separación de las sales presentes en el agua de mar, existen distintas tecnologías disponibles, las que se clasifican en aquellas de evaporación y de filtración, y que son utilizadas por la minería, así como por otras industrias. Una de las técnicas de filtración es la osmosis inversa, que es la que genera el menor daño ambiental y la que se utiliza en Chile.

OSMOSIS INVERSA

Luego de ser extraída del océano y previo al proceso de desalinización, es necesario que el agua sea sometida a un pre-tratamiento, para así eliminar impurezas que puedan interferir en el funcionamiento de la planta.

Luego, el proceso consiste en aplicar una alta presión sobre el agua de mar pre-tratada, logrando así contrarrestar la presión osmótica natural. Esto, mediante la utilización de bombas que impulsan el agua a través de una membrana semipermeable, desde una zona con mayor concentración de sales a una de menor concentración, hasta obtener agua dulce (con baja concentración de sales) y salmuera (solución concentrada en sales).

Finalmente, el agua dulce es sometida a un proceso en que se controlan características como pH y alcalinidad, niveles de calcio, temperatura y otros parámetros necesarios para su utilización.

Actualmente, en Chile existen 11 operaciones mineras que utilizan directamente el agua de mar en sus operaciones y/o utilizan agua desalinizada, siendo la minería del cobre el sector de mayor participación.

La planta de mayor envergadura en Sudamérica que utiliza esta tecnología, con una capacidad de 525 lt/seg de agua desalada, se ubica en el puerto Coloso de Antofagasta, y abastece de agua potable a la operación de Minera Escondida y al consumo humano de la comuna.

IMPACTO AMBIENTAL Y MITIGACIONES²

Durante el proceso de desalinización es posible que se generen diversos impactos ambientales, asociados a la extracción del agua de mar desde el océano, al vertido de salmuera y sustancias contaminantes al medio, y a un alto consumo energético. Previo a la aprobación de un proyecto de desalinización, es importante que estos impactos ambientales sean evaluados por las instituciones competentes, debido a que tienen características individuales. Así, se evalúa la profundidad, temperatura, recarga natural, entre otras; la tasa de extracción de agua de mar, como también la calidad, cantidad y frecuencia del vertido de salmuera y sustancias contaminantes. Estudios son necesarios para evaluar los impactos individuales y tomar las medidas de mitigación adecuadas para cada caso particular.

Mitigaciones asociadas al ingreso de agua de mar al sistema de desalado:

Para minimizar los efectos nocivos de la extracción del agua de mar, es posible tomar

medidas tecnológicas, operacionales y/o de diseño. Ejemplo de ello son localizar la toma de agua en sectores de baja actividad biológica, diseñar las plantas para operar con porcentajes superiores de recuperación de agua dulce (lo que permita una menor extracción de agua de mar), e instalar sistemas de succión que operen a baja velocidad y permitan a peces y animales nadar para salir de la corriente generada.

Mitigaciones asociadas a la salmuera:

Para minimizar el impacto de la devolución de la salmuera al medio marino es común la utilización de difusores que contribuyan a la disolución de ella, así como también realizar la descarga en zonas de alto oleaje y turbulencia, entre otras.

Otra mitigación es el uso del sistema ZLD (zero liquid discharge) que permite realizar desalinización adicional y evaporación del agua contenida en la salmuera, lo que resulta en la obtención de sales en forma seca y cristalina, que pueden ser eliminadas o reutilizadas.

² -Key issues in seawater desalination in California: Marine Impacts. Pacific Institute, 2013.

-Environmental impacts of seawater desalination: International Journal of Environment and Sustainability, 2012.

-Environmental issues in seawater reverse osmosis desalination: Intakes and outfalls. Desalination Vol 434, 2018.

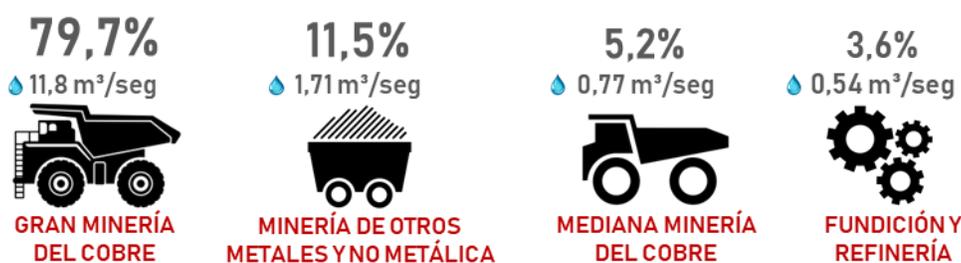
-Funcionamiento e impacto ambiental del proceso de desalinización de agua de mar. Biblioteca del congreso nacional

3 RESULTADOS

A partir de la información sobre consumo hídrico entregada por los distintos sectores mineros encuestados por SONAMI: Gran Minería del Cobre, Mediana Minería del Cobre y Minería de otros metales y no metálica; en conjunto con información publicada por COCHILCO sobre el consumo de agua de las fundiciones y refinерías de cobre chilenas, es que se ha elaborado un estudio del consumo de agua de todo el sector minero en Chile para el año 2017, presentado a continuación.

El consumo total de agua continental, ya sea extraída de fuentes superficiales, subterráneas o adquirida de terceros, para el sector minero durante el año en estudio asciende a 14,8 m³/seg, de los cuales un 11,5% (1,7 m³/seg) corresponde al consumo del sector minero de otros metales (hierro, oro y polimetálicos) y de los no metales, y un 88,5% corresponde a la minería del cobre (13,1 m³/seg). De ese 88,5% del consumo de agua fresca total, atribuible a la minería del cobre, la menor cantidad de agua es consumida por las fundiciones y refinерías, al alcanzar un 3,6% con 0,54 m³/seg. En segundo lugar, se encuentra la mediana minería del cobre, que con un consumo de 0,77 m³/seg representa el 5,2% de todo el sector minero en Chile. El mayor porcentaje del consumo, correspondiente al 79,7% es responsabilidad de la gran minería del cobre, cuyo consumo alcanza los 11,8 m³/seg.

Figura 3.1 Consumo de agua continental por sector productivo en minería, 2017



Fuente: COCHILCO, SONAMI, 2018

En línea con las diferencias que existen en los procesos necesarios para la obtención de los productos finales en la industria minera del cobre y en la industria minera de otros metales y no metálica, y en línea también con las distintas escalas de producción y el número de empresas productoras que estos dos sectores del rubro tienen, es que se presentan sus consumos de agua: la minería del cobre consume 13,1 m³/seg, mientras que la minería de otros metales y no metálica consume 1,7 m³/seg (Figura 3.2).

Figura 3.2 Consumo de agua continental en minería, 2017



Fuente: COCHILCO, SONAMI, 2018

Los consumos de agua continental en los que incurre la minería del cobre, representan una disminución del 3,8% en comparación con los valores del año 2016, que alcanzan 13,6 m³/seg, mientras que los consumos de la minería de otros metales y no metálica, aumentan en un 2,7% al comparar las mismas empresas encuestadas en el año 2016. Es importante mencionar que para el año 2017 se han incorporado nuevas empresas al catastro de la minería de otros metales y no metálica, por lo que se observa un aumento considerable en el consumo de recursos hídricos continentales.

Como ha sido mencionado, el agua fresca o continental no es la única fuente de recursos hídricos que abastece al sector minero, por lo que, al considerar adicionalmente el consumo de agua de mar, ya sea salada o desalada, es que se observa que el consumo de la minería del cobre en su conjunto alcanza los 16,2 m³/seg para el año 2017, mientras que la minería de otros metales y no metálica alcanza los 1,9 m³/seg (Figura 3.3).

Figura 3.3 Consumo total de agua en minería, continental y de mar, 2017



Fuente: COCHILCO, SONAMI, 2018

Tal como fue mencionado con anterioridad, el agua que utilizan todos los sectores productivos incorporados en este estudio, proviene de tres grandes fuentes: agua continental, agua de mar y agua recirculada. Del total de agua consumida, el 73,6% es abastecida por agua recirculada de otros procesos, el 21,6% es abastecida de agua continental, ya sea de origen superficial, subterráneo o de terceros, y finalmente el 4,8% es abastecido por agua de mar, ya sea salada o desalada (Figura 3.4).

Figura 3.4 Consumo de agua total por fuente, 2017



Fuente: SONAMI, 2018

Al ser comparados con los valores obtenidos para el año 2016, se observa una clara tendencia a la disminución del consumo de agua continental, que para el año 2016 fue de 22,8% con 14,9 m³/seg, y al aumento del consumo de agua de mar y de agua recirculada, cuyos valores para el año anterior ascienden a 4,5% con 2,9 m³/seg y 72,7% con 47,5 m³/seg respectivamente.

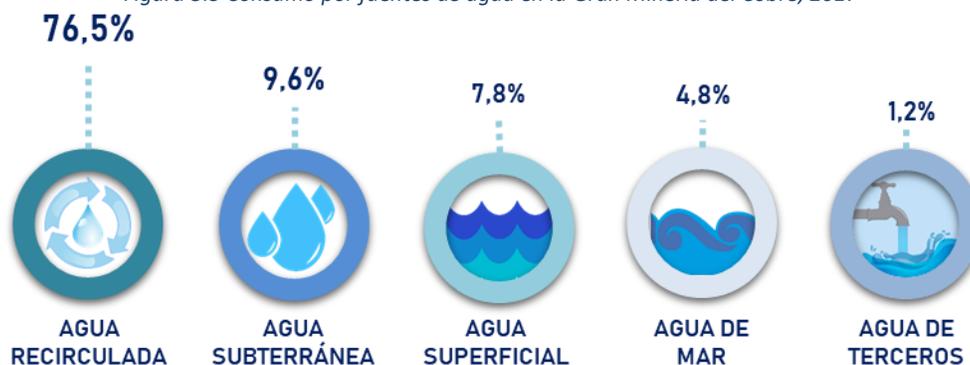
3.1 GRAN MINERÍA DEL COBRE

La gran minería del cobre, responsable del 96% de la producción de cobre del país³, es también responsable del mayor porcentaje de consumo de agua continental en el sector minero durante el año 2017, con el 79,7% del consumo, correspondiente a 11,8 m³/seg. Adicional a este consumo de agua continental, la gran minería del cobre utiliza también agua de fuentes marítimas y recirculadas.

Para abastecer el requerimiento total de agua de este sector productivo se utiliza, en su mayoría, agua recirculada de la misma operación, la que abastece el 76,5% del consumo total de agua con 48,4 m³/seg. En menor medida, el recurso hídrico es abastecido por fuentes subterráneas con 6,1 m³/seg (9,6%) y superficiales con 4,95 m³/seg (7,8%), seguido por agua de mar con 3,0 m³/seg (4,8%) y agua de terceros con 0,77 m³/seg (1,2%) (Figura 3.5).

³ Fuente: Anuario de la minería de Chile, 2017. Servicio Nacional de Geología y Minería

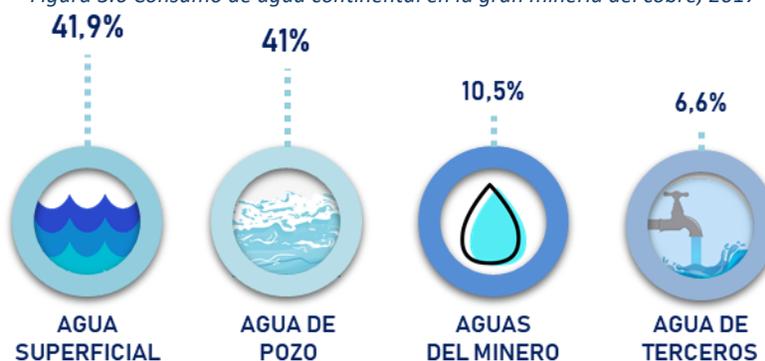
Figura 3.5 Consumo por fuentes de agua en la Gran Minería del Cobre, 2017



Fuente: SONAMI, 2018

Al considerar exclusivamente las aguas provenientes de fuentes continentales, el mayor porcentaje de abastecimiento es suplido por agua de origen superficial con un flujo de 4,95 m³/seg, seguido por el agua de pozo con 4,8 m³/seg. Ambas fuentes representan el 41,9% y el 41% respectivamente. En menor medida, el agua continental que se utiliza en la operación de la gran minería del cobre, proviene de las aguas del minero con 1,2 m³/seg, y de agua abastecida por terceros con 0,77 m³/seg. Estas fuentes representan el 10,5% y 6,6% del consumo de agua continental, respectivamente.

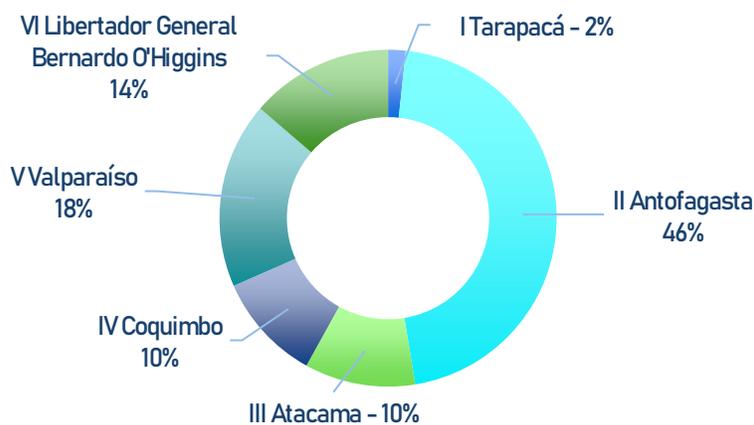
Figura 3.6 Consumo de agua continental en la gran minería del cobre, 2017



Fuente: SONAMI, 2018

Como ha sido mencionado con anterioridad, la actividad minera se lleva a cabo principalmente en las regiones del norte del país, y es por esto que el mayor consumo hídrico de la gran minería del cobre, se encuentra en las regiones donde su actividad es más intensiva. La región de Antofagasta concentra el 46% del consumo de agua del sector, seguido por las regiones de Valparaíso y O'Higgins, con el 18% y 14% respectivamente. Con una menor participación, el consumo de agua se lleva a cabo en las regiones de Coquimbo, Atacama y Tarapacá con el 10% del consumo para las dos primeras, y con el 2% del consumo para la última (Figura 3.7).

Figura 3.7 Consumo de agua por Región en la Gran Minería del Cobre, 2017



Fuente: SONAMI, 2018

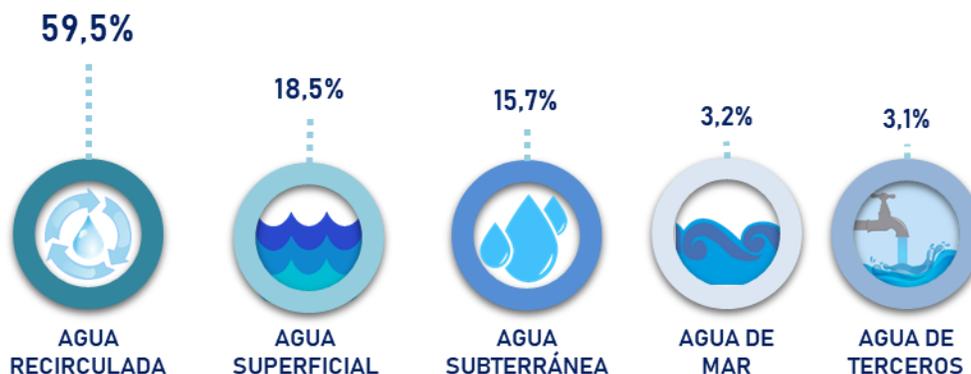
3.2 MEDIANA MINERÍA DEL COBRE

El sector minero de mediana envergadura para la explotación del cobre, responsable del 3% de la producción de concentrado y cátodos en Chile⁴, es también dependiente del recurso hídrico para sus distintas operaciones. Durante el año 2017, el consumo hídrico continental del sector alcanza los 0,8 m³/seg, lo que representa el 5,2% del total de agua fresca utilizada por toda la industria minera del país. Tal como sucede para la gran minería del cobre, este sector utiliza, además de aguas continentales, agua de mar y recirculada.

Para llevar a cabo el desarrollo de su actividad, la mediana minería del cobre utiliza una gran parte del recurso hídrico que necesita, a partir de la recirculación de agua previamente usada en alguna etapa del proceso (59,5%) con 1,2 m³/seg. En menor cantidad este sector se abastece de agua proveniente de fuentes superficiales con 0,4 m³/seg y fuentes subterráneas con 0,3 m³/seg, lo que representa el 18,5% y 15,7% del consumo total, respectivamente. Finalmente, utiliza agua de mar y abastecida de terceros, con un consumo de 0,07 m³/seg y 0,06 m³/seg, que representan el 3,2% y 3,1% respectivamente (Figura 3.8).

⁴ Fuente: Anuario de la minería de Chile, 2017. Servicio Nacional de Geología y Minería

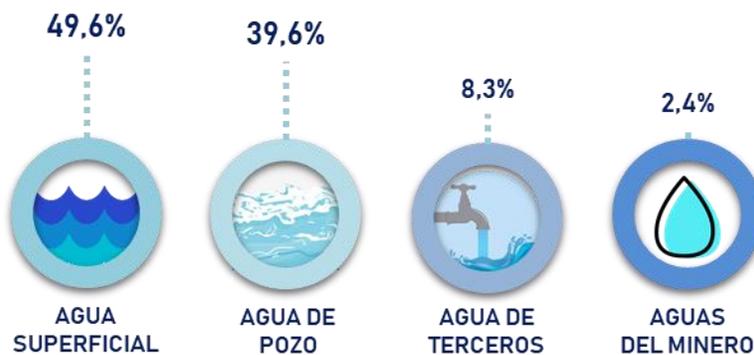
Figura 3.8 Consumo por fuentes de agua en la Mediana Minería del Cobre, 2017



Fuente: SONAMI, 2018

Un inmenso interés por parte de todos los actores involucrados en la minería se genera alrededor del consumo de aguas continentales, por lo que, al cuantificar el consumo de estas aguas por parte del sector minero en estudio, de forma separada al agua de otras fuentes, se observa que el 49,6% es abastecido por agua de fuentes superficiales con 0,4 m³/seg, y el 39,6% por agua subterránea de pozo con 0,3 m³/seg. En menor porcentaje el agua de terceros abastece el requerimiento con 0,06 m³/seg y las aguas del minero con 0,02 m³/seg, lo que representa el 8,3% y 2,4% respectivamente (Figura 3.9).

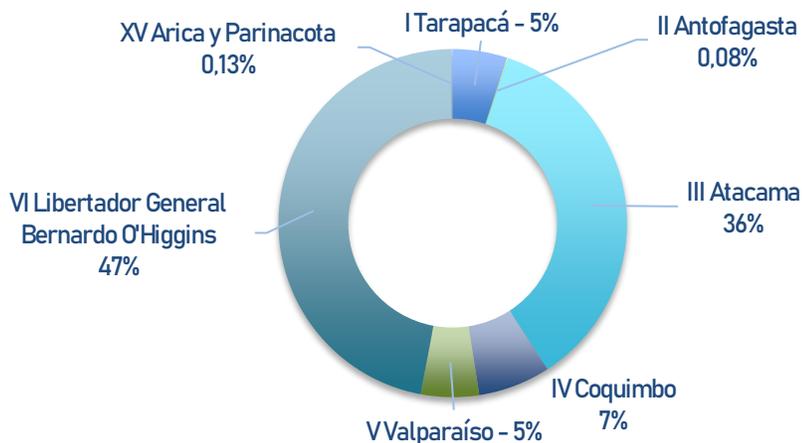
Figura 3.9 Consumo de agua continental en la Mediana Minería del Cobre, 2017



Fuente: SONAMI, 2018

A diferencia de lo que sucede con la gran minería del cobre, en el sector de mediana envergadura el consumo hídrico se lleva a cabo principalmente en la región de O'Higgins con el 47% del total, seguido con el 36% por la región de Atacama y el 7% de la región de Coquimbo. En las regiones de Valparaíso y Tarapacá se lleva a cabo un menor porcentaje del consumo, con el 5% en cada región (Figura 3.10).

Figura 3.10 Consumo de agua por Región en la Mediana Minería del Cobre, 2017

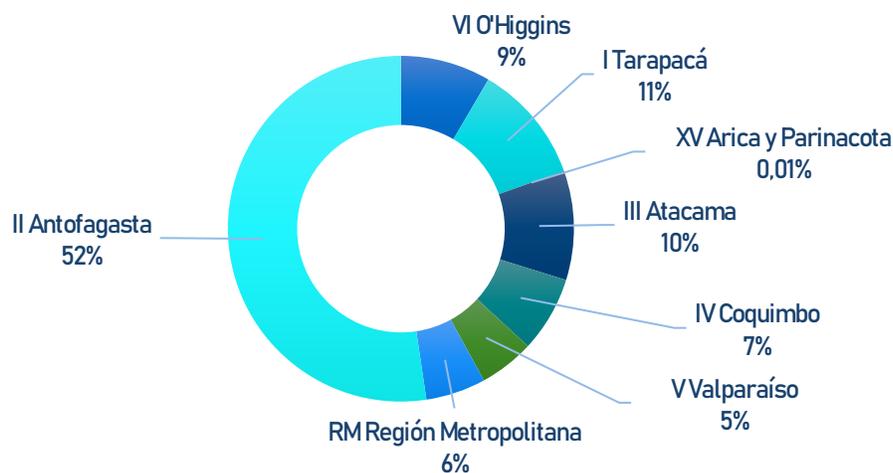


Fuente: SONAMI, 2018

3.2.1 Producción regional de cobre

Con el fin de contextualizar los resultados de consumo hídrico que se genera en las distintas regiones del país, es que se presenta una comparación porcentual de la producción de cobre fino en Chile, publicada en el “Anuario de Estadísticas del cobre y otros minerales 1998 – 2017” de COCHILCO, para el año 2017, y que incluye a todos los sectores productores de cobre del país (Figura 3.11). Lamentablemente no es posible contar con los datos separados en gran y mediana minería.

Figura 3.11 Producción chilena de cobre por región.



Fuente: COCHILCO, 2018

Se observa que, en aquellas regiones que realizan la mayor producción de cobre fino del país, es donde se concentra la mayor cantidad del consumo de agua de la industria.

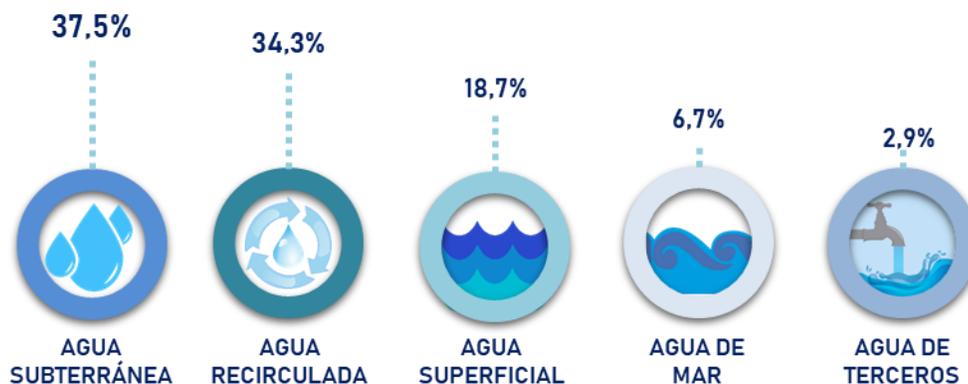
3.3 MINERÍA DE OTROS METALES Y NO METÁLICA

Al ser Chile un país minero, además de cobre, es también productor de variados minerales, como lo es el litio, hierro, oro, calizas, etc. El consumo de agua en este sector del rubro, es igual de relevante como lo es en el sector de explotación de cobre. Lo anterior, debido al contexto actual de escasez hídrica, y a las nuevas tecnologías y esfuerzos que este sector minero ha implementado para reducir y optimizar sus consumos de agua continental y recirculación, e introducir la utilización de agua marítima a sus operaciones.

Del total de agua continental o fresca utilizada por el sector minero en Chile, la minería de otros metales y no metálica es responsable del 11,5% con un consumo que asciende a 1,7 m³/seg, y que tal como ha sido mencionado, abarca el agua proveniente de fuentes subterráneas, superficiales y abastecidas de terceros.

La recirculación de agua, con un flujo de 0,99 m³/seg, abastece al sector casi en la misma medida que lo hace el agua extraída de fuentes subterráneas con un flujo de 1,1 m³/seg. Ambas fuentes representan el 34,3% y 37,5% respectivamente. En tercer lugar, con un flujo de 0,5 m³/seg, el agua superficial representa el 18,7% del total de agua requerida por el sector. Finalmente, con un flujo de 0,2 m³/seg y 0,1 m³/seg, y representando el 6,7% y 2,9% respectivamente, se encuentra el agua de mar y el agua abastecida de terceros (Figura 3.12).

Figura 3.12 Consumo por fuentes de agua en la Minería de Otros Metales y No Metálica, 2017

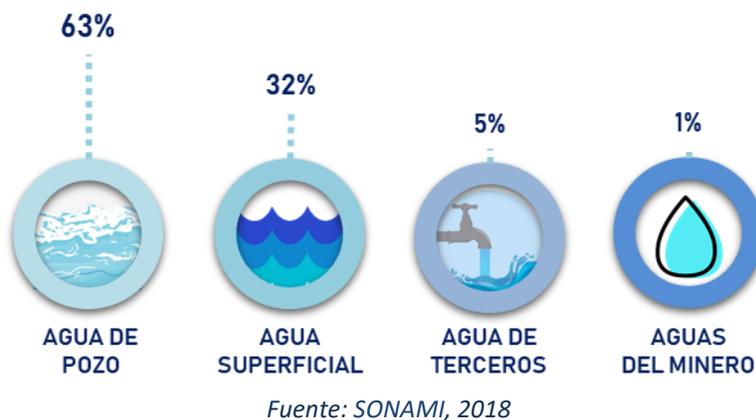


Fuente: SONAMI, 2018

El agua subterránea extraída de pozos, representa la fuente del recurso hídrico que abastece el mayor porcentaje de la necesidad de agua continental que existe en este sector (63%), con un flujo de 1,1 m³/seg. En segundo lugar, al representar el 32% del consumo de agua continental, le sigue el agua extraída de fuentes superficiales (0,5 m³/seg). Con porcentajes inferiores, la minería de otros

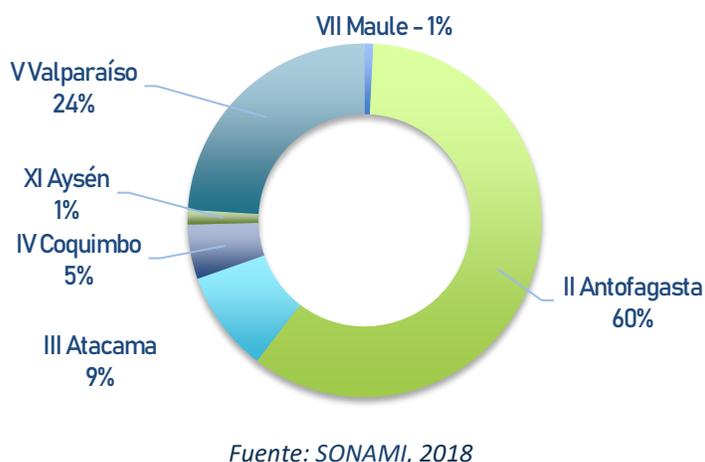
metales y no metálica utiliza agua abastecida de proveedores terceros (0,08 m³/seg) y aguas del minero (0,01 m³/seg), las que representan el 5% y 1% del total de agua continental, respectivamente (Figura 3.13)

Figura 3.13 Consumo de agua continental en la Minería de Otros Metales y No Metálica, 2017



El 60% del consumo de agua de este sector del rubro minero, se lleva a cabo en la región de Antofagasta, seguido de la región de Valparaíso con el 24% del consumo total. Las regiones de Atacama y Coquimbo concentran un menor porcentaje del ya mencionado requerimiento de agua, con el 9% y 5% respectivamente. El restante 2% del consumo de este grupo es en las regiones de Aysén y del Maule, cada una de las cuales consume aproximadamente el 1% del total (Figura 3.14).

Figura 3.14 Consumo de agua por Región en la minería de Otros Metales y No Metálica, 2017.



3.4 RECIRCULACIÓN DE AGUA

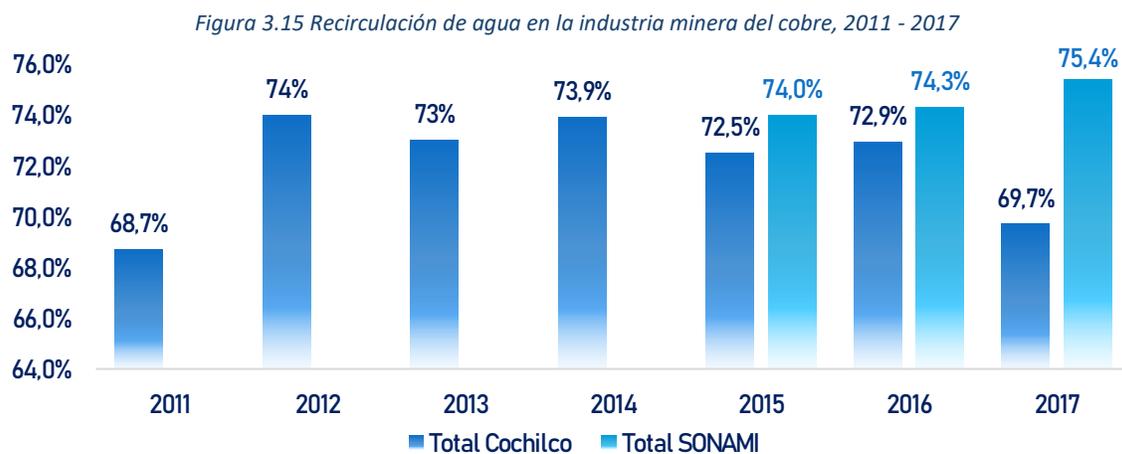
Grandes esfuerzos se han realizado en la industria minera año a año, para mejorar los procesos productivos involucrados y permitir que el agua que se usa en la obtención de los minerales de interés, sea reutilizada la mayor cantidad de veces que sea posible.

Estos esfuerzos no se detienen en el ámbito técnico y tecnológico, sino que continúan con la iniciativa que han tenido algunas empresas por capacitar a sus especialistas en la implementación de las mejores prácticas internacionales disponibles, para realizar una correcta cuantificación y posterior reportabilidad de los consumos del recurso hídrico en los que incurre su proceso productivo, así como la recirculación de agua que se lleva a cabo en cada etapa de la operación. Es así como año a año es posible obtener resultados cada vez más fieles a la realidad de la industria.

A partir de la información de la industria recolectada por SONAMI para el año 2015 en adelante, ha sido posible desglosar las tasas de recirculación que maneja cada uno de los sectores mineros incorporados en el estudio. Es así como esta información complementa los datos de recirculación total de la industria, dados a conocer por COCHILCO.

Para las principales empresas mineras de cobre del país, los valores utilizados en la obtención de estos resultados, han sido corroborados con la información publicada en los respectivos reportes de sustentabilidad para el año 2017, disponibles en la página web de cada empresa.

El resumen de las tasas de recirculación de la industria del cobre publicadas por COCHILCO y calculadas por SONAMI se muestra en la siguiente figura:

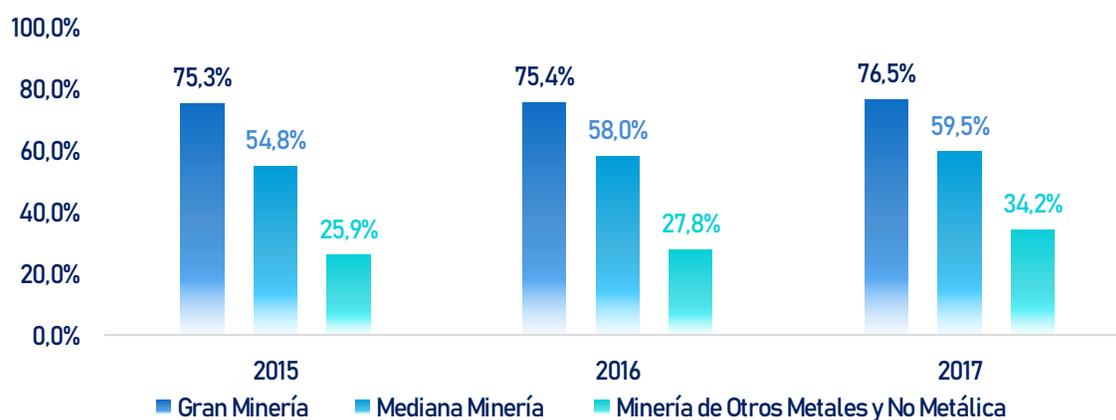


Fuente: COCHILCO, SONAMI, 2018

La Figura 3.15 resume los porcentajes de recirculación calculados para la industria del cobre por COCHILCO desde el año 2011, y por SONAMI desde el año 2015. A pesar de que ambos valores incorporan a la gran minería del cobre y a las fundiciones y refinería, su diferencia se explica principalmente por la incorporación de un mayor número de empresas de la mediana minería del cobre en el catastro de SONAMI, así como también, y tal como fue mencionado anteriormente, que para el año 2017 los datos de la gran minería han sido corroborados con los publicados en los correspondientes reportes de sustentabilidad.

La Figura 3.16 detalla por separado las tasas de recirculación de los tres principales sectores mineros del país, las que han ido en aumento durante los últimos tres años.

Figura 3.16 Recirculación de agua en los distintos sectores de la industria minera, 2015 - 2017



Fuente: SONAMI, 2018

En la minería de otros metales y no metálica se observa un aumento de sus tasas de recirculación, pasando de un flujo de agua reutilizada durante los años 2015 y 2016 de 0,56 m³/seg y 0,6 m³/seg respectivamente, a un flujo de recirculación de 0,99 m³/seg para el año 2017. Este valor, representa un porcentaje del 34,2% del requerimiento total de agua que tiene este sector minero.

La mediana minería del cobre por su parte, ha continuado con un aumento constante de sus tasas de recirculación, pasando de un 54,8% hace dos años, a un 59,5% para el año 2017 (1,22 m³/seg). Estos valores representan una victoria medioambiental para el sector, considerando que sus escalas de producción y de recursos monetarios se encuentran muy por debajo de los manejados por la gran minería del cobre.

Para el año en estudio, la tasa de recirculación de la gran minería del cobre, corroborada con la información publicada por cada empresa en sus respectivos reportes de sustentabilidad, asciende al 76,5%.⁵

Considerando el constante envejecimiento de los yacimientos mineros, así como el aumento de la dureza de la roca y la mayor profundidad a la que se encuentra el mineral, y que estos factores, entre otros, radican en el aumento constante de la utilización del recurso hídrico para la mantención de las operaciones mineras, es que el aumento de la tasa de recirculación para el sector minero en Chile refleja el esfuerzo realizado.

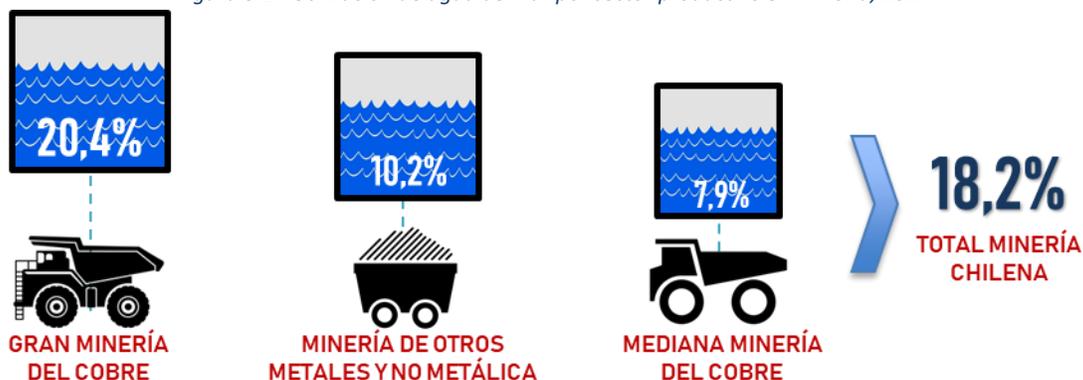
⁵ La diferencia existente entre este valor y el publicado por COCHILCO (69%), radica en modificaciones que realizaron algunas empresas en la información reportada a COCHILCO y luego publicada en sus reportes de sustentabilidad.

3.5 AGUA DE MAR

Otro de los grandes avances que ha realizado la industria minera, con el fin de hacer sus operaciones cada vez más amigables con el medio ambiente, corresponde a la incorporación de agua de mar al proceso productivo, ya sea salada o desalada.

Para el año 2017, el consumo de agua de mar para la minería del cobre alcanzó los 3,1 m³/seg, mientras que para la minería de otros metales y no metálica alcanzó los 0,2 m³/seg. Al considerar el abastecimiento del recurso hídrico desde fuentes continentales y marítimas, esto es, sin considerar el agua recirculada, es que la gran minería del cobre abastece con agua de mar el 20,4% de su requerimiento, mientras que la minería de otros metales y no metálica, y la mediana minería del cobre lo hacen en un porcentaje del 10,2% y 7,9% respectivamente. Finalmente, la minería chilena abastece su necesidad de recursos hídricos, sin considerar la recirculación, con una participación del 18,2% por agua de mar.

Figura 3.17 Utilización de agua de mar por sector productivo en minería, 2017



Fuente: SONAMI, 2018

La incorporación del agua marítima a la operación minera necesita de la construcción de infraestructura que permita trasladar, mediante bombeo, el agua desde el océano hasta la faena, las que principalmente se ubican en zonas cordilleranas. Además, dependiendo de las condiciones del mineral a tratar, es necesario que previo a su utilización, el agua pase por un proceso de desalado, lo que a su vez requiere de la construcción de plantas que realicen esta labor, y que luego devuelvan la salmuera concentrada al océano.

Es debido a lo anterior, y al gran requerimiento energético que el proceso de utilización de agua de mar emplea, que iniciativas como esta agregan un costo adicional al producto final obtenido, a la

vez que generan un impacto ambiental asociado a la construcción de infraestructura y al consumo energético y su consecuente emisión de gases de efecto invernadero al ambiente.

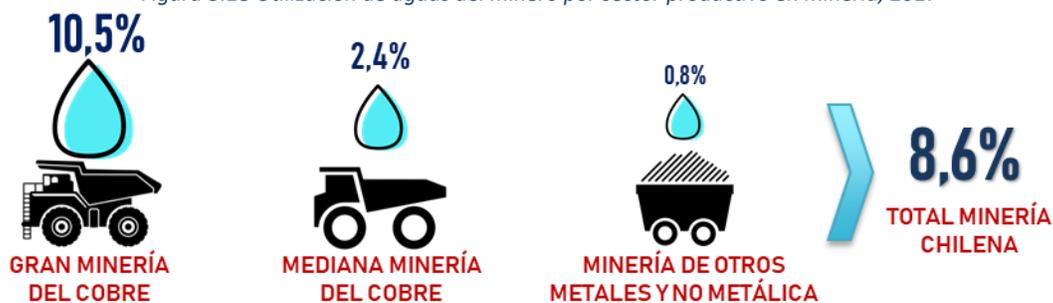
Acorde a la información entregada por COCHILCO, se prevén al menos 8 nuevos proyectos mineros con uso de agua de mar y cuatro ampliaciones y/o reemplazos de sistemas existentes. Es necesario entonces, mantener en consideración el aporte medioambiental y social de la reducción del consumo de agua fresca en zonas de escasez hídrica, así como también el impacto ambiental que la implementación de agua marítima genera.

3.6 AGUAS DEL MINERO

Cuando se lleva a cabo la explotación minera, es posible que debido a la acción humana se genere el alumbramiento de aguas subterráneas, las que acorde al Código de Aguas⁶ y al Código de Minería⁷, pueden ser aprovechadas por el titular, mientras se conserve el dominio de la pertenencia y mientras esas aguas sean necesarias para los trabajos de exploración y explotación. Estas son las denominadas “aguas del minero”, y al ser utilizadas por los distintos sectores de la minería chilena, aportan al consumo de recursos hídricos necesarios para la realización de sus operaciones.

Durante el año 2017, las aguas del minero representan un 10,5% del consumo total de recursos hídricos continentales en los que incurre la gran minería del cobre, mientras que para la mediana minería del cobre representa el 2,4% del consumo. Para la minería de otros metales y no metálica, las aguas del minero representan el 0,8% de su abastecimiento total del recurso hídrico continental. En total, y con un consumo de 1,27 m³/seg, las aguas del minero representan el 8,6% del consumo de agua fresca consumida en minería (Figura 3.18).

Figura 3.18 Utilización de aguas del minero por sector productivo en minería, 2017



Fuente: SONAMI, 2018

Cabe destacar que, si bien la pequeña minería no está incluida en este reporte, por ocupar una cantidad muy baja de ella, es relevante al considerar las aguas del minero. En efecto, estas aguas, al ser halladas en las labores mineras, pueden causar problemas operacionales y de seguridad, en particular en este estamento del sector.

⁶ Artículo 56 del Código de Aguas.

⁷ Artículo 110 del Código de Minería.

4 COMENTARIOS FINALES

A medida que los yacimientos envejecen y los recursos son encontrados a mayor profundidad, y por lo tanto con una mayor dureza de la roca, los requerimientos hídricos aumentan. Así, la minería se enfrenta a un desafío constante en términos de asegurar tanto la disponibilidad como la sustentabilidad del recurso hídrico.

El consumo total de agua continental de los sectores mineros considerados en el estudio, alcanza los 14,8 m³/seg para el año 2017, lo que comparado con el consumo total de agua continental que el sector alcanzó durante el año 2016, que asciende a 14,9 m³/seg, representa una disminución de 0,08 m³/seg o 0,6% del consumo. Este consumo total se compone de los consumos en los que incurre el sector minero del cobre y el sector minero de otros metales y no metálico, los que con valores de 13,1 m³/seg y 1,7 m³/seg para el año 2017, representan una disminución de consumo de 3,8% y un aumento del 2,7% respectivamente, en comparación con los valores 2016.

El consumo de agua de mar, por su parte, ha mantenido un aumento constante en los últimos tres años, para todos los sectores mineros incorporados en el estudio. Al comparar con los valores alcanzados el año 2016, el consumo total de agua de mar de la industria refleja un incremento de 0,6 m³/seg, alcanzando una participación del 20,4% del requerimiento hídrico continental y marítimo para el año 2017.

Al considerar el total de recursos hídricos extraídos, ya sea de fuentes continentales como marítimas, el consumo para el sector minero en su totalidad alcanza los 18,1 m³/seg, lo que en comparación al valor obtenido para el año 2016, representa un aumento del 1,6%. Tal como fue mencionado, este valor debe ser puesto en el contexto de las dificultades a las que se enfrenta la actividad minera con el envejecimiento de los yacimientos, entre otros factores.

La mayor fuente de abastecimiento de recursos hídricos con que cuenta el sector corresponde al agua recirculada de procesos previos en la operación minera, que para el año 2017 representa el 73,6% del total del consumo de los sectores cobre y no cobre en conjunto. Es importante destacar que, a pesar de contar con menores recursos económicos y escalas de producción que los otros sectores mineros, la mediana minería del cobre ha logrado aumentar sus tasas de recirculación por segundo año consecutivo. De un 54,8% durante el año 2015, pasó a un 59,5% durante el año 2017. Por su parte, la gran minería del cobre y la minería de otros metales y no metálica, no se han

quedado atrás en sus esfuerzos por aumentar su recirculación de agua. Los aumentos permiten alcanzar valores de que ascienden a 76,5% y 34,2% respectivamente.

El consumo de agua fresca es mayor en aquellas regiones del país donde la actividad minera se desarrolla con mayor intensidad. Para el caso de la gran minería del cobre, el consumo de agua fresca se concentra en la II región de Antofagasta, al representar el 46% del total consumido en el país. Esta situación se mantiene para la minería de otros metales y no metálica, donde el consumo de agua fresca en la región de Antofagasta representa el 60% del total. Distinto a lo anterior es lo que sucede en la mediana minería del cobre, donde el mayor porcentaje del consumo de agua fresca se lleva a cabo en la VI región de O'Higgins, con un 47% del total.

Dentro de las regiones donde se lleva a cabo la minería en Chile, se encuentran involucrados otros sectores productivos, los que también conviven y comparten recursos con ciudades y pueblos. Es importante entonces, mantener foco en la reducción del consumo de agua continental y/o en el consecuente aumento del consumo de agua de mar y la optimización de ambos métodos de abastecimiento. También es necesario mantener en consideración los impactos ambientales adicionales que estos esfuerzos pueden generar, como lo es por ejemplo, el mayor consumo energético y el consecuente aumento en la emisión de gases de efecto invernadero. Asimismo, se debe considerar cómo estos impactos ambientales repercuten en las comunidades y en las otras industrias que se desarrollan en el sector.

Así, es necesario que la política pública complemente los esfuerzos realizados por la industria minera, los que deben considerar la zona donde se desarrolla la actividad, su contexto energético y climático, y la interdependencia que existe entre estos sectores.