

Recomendaciones para el uso sustentable del agua en la minería



RECOMENDACIONES PARA EL USO SUSTENTABLE DEL AGUA EN LA MINERÍA

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

Este documento se basa en las Series Comunicacionales CRHIAM "Procesamiento de minerales de cobre y el recurso agua: conceptos, desafíos y soluciones". Autores: Rodrigo Yepsen, Leopoldo Gutiérrez y Pedro G. Toledo, "Radiografía de la Minería Chilena: presente y futuro". Autores: Leopoldo Gutiérrez, Enrique Sáez, Diego Rivera, José Luis Arumí, Ricardo Barra, Úrsula Kelm, Oscar Jerez y "Calidad del agua en la minería". Autores Andrés Ramírez, Leopoldo Gutiérrez y José Luis Arumí.

Versión impresa ISSN 2735-7929

Versión en línea ISSN 2735-7910

La minería es una de las principales actividades productivas que contribuye al crecimiento económico y al desarrollo de Chile, especialmente a través de la producción y exportación de cobre y otros minerales valiosos. Su producción depende de la disponibilidad de recursos hídricos, lo que es desafiante considerando que la demanda de metales ha aumentado desde el año 2010 y, por el contrario, el agua se ha visto considerablemente disminuida en su disponibilidad debido a la denominada "mega sequía".

- La economía chilena se basa en una estructura de ventajas comparativas derivadas de la abundancia y explotación de recursos naturales, destacando la minería por su determinante contribución al crecimiento económico, con un aporte al PIB de un 15% en los últimos 8 años.
- Para obtener cobre y otros metales es necesario realizar una serie de etapas que en su conjunto se les denomina procesamiento de minerales y su éxito depende de la consideración de la mineralogía de la mena¹, o la salmuera en el caso del litio, y de la calidad del recurso hídrico.
- La disponibilidad y la calidad del recurso hídrico son imprescindibles para la actividad minera lo cual es desafiante considerando las condiciones climáticas adversas de sequía que atraviesa el país y el requerimiento de agua para el consumo humano y otras actividades fundamentales como la agricultura.
- Para aprovechar al máximo el recurso hídrico disponible, se han desarrollado acciones buscando un uso más eficiente enfocado en una economía circular, realizando procesos para verter efluentes con mejor calidad, de forma que puedan ser utilizados para otras actividades.

ES BUENO SABER QUE...

Existen 142 faenas de actividades mineras en nuestro país de las cuales **57 son de recursos metálicos**, como el cobre (Cu), molibdeno (Mo), Oro (Au), plata (Ag), Hierro (Fe), Plomo (Pb), Zinc (Zn). La Región de Antofagasta cuenta con la mayor producción de cobre, en donde se registró el 54% de la producción del país en el año 2019.

Además, hay **74 faenas de recursos no metálicos** como litio (Li), potasio (K) y yodo (I). Finalmente existen **11 faenas de recursos energéticos** donde los únicos que son extraídos por una actividad minera son los combustibles fósiles como el carbón, el gas natural y el petróleo.

¿CÓMO SE PROCESAN LOS MINERALES EN CHILE?

El recurso principal de los yacimientos chilenos corresponde a sulfuros de cobre. Estos, así como otros minerales, son muy reactivos y se combinan fácilmente con elementos químicos como el oxígeno y el azufre. De hecho, una mena de cobre solo posee alrededor de 0.8% del metal por cada tonelada de material extraído desde la corteza terrestre y debe ser concentrado para su posterior transformación de mineral a metal.

Resulta necesario separar los minerales que, en particular, contienen cobre, y la vía convencional utilizada en la industria minera es el procesamiento de minerales, que depende críticamente del agua para realizar la separación efectiva del mineral valioso de aquel que no presenta valor económico.

PROCESO DE FLOTACIÓN

Este proceso es el más utilizado para concentrar sulfuros de cobre. Esta técnica consiste en separar el material de interés de la ganga, mediante la unión de las partículas del mineral valioso a burbujas, generalmente de aire, presentes en el medio acuoso.

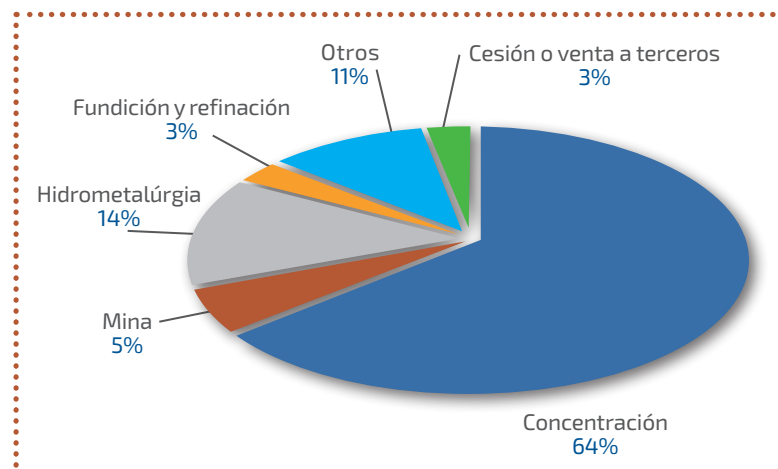
La propiedad que permite la unión entre las partículas del mineral y las burbujas se llama hidrofobicidad, porque implica la capacidad para repeler el agua entre las partículas permitiendo que estas floten hacia la superficie, donde se retiran como concentrado.

El procesamiento de minerales incluye la extracción de rocas desde la mina, su reducción de tamaño, seguido de separación por flotación y recuperación de agua. La primera etapa consiste en extraer el mineral desde el yacimiento, que puede ser del tipo a cielo abierto o subterráneo. Una vez extraído el mineral, se transporta al sector de chancado donde las rocas de gran tamaño son reducidas para ser aptas para la planta concentradora. En la concentradora el mineral se reduce aún más, hasta las partículas de interés a través de un proceso de molienda y clasificación.

Una vez alcanzado el tamaño de liberación en la etapa de molienda y clasificación, el mineral molido pasa al proceso de flotación donde se separa el mineral valioso de la ganga².

CONSUMO DE AGUA EN LA MINERÍA

El recurso hídrico es estratégico para la minería debido a que todos los procesos de beneficio de minerales requieren de agua para su ejecución, pero es la etapa de concentración de minerales la que requiere mayor cantidad de agua.



Según los datos de la Dirección General de Aguas (DGA), el consumo de agua en el sector minero es un 3% del consumo nacional. Este consumo está en aumento debido a los requerimientos de agua de las expansiones de las plantas existentes y de los nuevos proyectos en las distintas regiones de la Zona Norte del país.

Distribución de consumo de agua en la minería chilena.
Fuente: Adaptado de COCHILCO, (2020).

SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES

- Debido a la creciente demanda de agua debido a yacimientos antiguos con baja ley, a nuevos proyectos y a ampliaciones de plantas existentes, es que se han buscado fuentes alternativas del recurso hídrico³ siendo el agua de mar una de las más atractivas.
- Las plantas se esfuerzan por recuperar más del 70% del agua utilizada. La operación se conoce como espesamiento y su objetivo es la recuperación máxima de agua y el espesado de las pulpas minerales cuyo destino son los tranques de relave.
- Existen alternativas para poder compatibilizar el uso del agua para distintos fines entre ellos el consumo humano y la agricultura, considerando que el agua de mar desalinizada podría abastecer la demanda de agua potable de mejor calidad que el agua continental que tiene una alta presencia de iones potencialmente malos para la salud, como es el caso del arsénico, liberando el agua en las zonas de la cordillera, que puede usarse en la minería donde las concentraciones de estos iones no generan efectos negativos que hayan sido reportados en los procesos metalúrgicos.
- Finalmente, la optimización de los procesos, especialmente los intensivos en uso de agua, debe ser un desafío primario permanente.

NOTAS

¹ Mineral de valor económico que constituye una pequeña parte del volumen total de roca del yacimiento.

² Minerales que se encuentran asociados a la mena en la roca extraída en un yacimiento y no poseen valor económico.

³ Las fuentes de agua para la minería son: el agua continental, agua de origen oceánico y aguas recirculadas.

REFERENCIAS

CRHIAM. 2021. Procesamiento de minerales de cobre y el recurso de agua: conceptos, desafíos y soluciones. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1GJCLNPX3HZ6XDaiF0GXfbgaX2bPT_gyz/view

CRHIAM. 2021. Radiografía de la Minería Chilena: presente y futuro. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1Fw5Swiuh3dt0DTE1QNsbRZ81quOQAdqr/view>

CRHIAM. 2022. Calidad del Agua y su uso en la minería. Disponible en: https://www.crhiam.cl/wp-content/uploads/2022/03/N%C2%B034_Serie-comunicacional-CRHIAM-Calidad-del-agua-y-su-uso-en-la-miner%C3%ADa.pdf

POLICY
BRIEFS
CRHIAM
06



CRHIAM

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

ANID/FONDAP/15130015



Universidad de Concepción



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



Agencia
Nacional de
Investigación
y Desarrollo
Ministerio de Ciencia,
Tecnología, Conocimiento
e Innovación

Gobierno de Chile



📍 Victoria 1295, Concepción – Chile

📞 41-2661570

✉️ crhiam@udec.cl

@crhiam



🌐 crhiam.cl