

CAMBIO DE CICLO:

Chile busca más valor en la nueva era de los sulfuros de cobre

Mientras la hidrometalurgia permitió durante décadas producir cobre mediante lixiviación química de minerales oxidados, generando cátodos de alta pureza, el avance hacia los sulfuros está empujando a la industria hacia procesos más intensivos en concentración y procesamiento metalúrgico, como fundición y refinación.

El agotamiento de minerales oxidados está empujando al país hacia yacimientos más profundos, más complejos. Mientras la hidrometalurgia busca reinventarse, la industria se pregunta cuánta capacidad estratégica de procesamiento quiere mantener dentro de sus fronteras.

FELIPE LAGOS

A mayor profundidad, más preguntas sobre cómo obtener más valor de los yacimientos.

Esa es la situación que hoy enfrenta buena parte de la minería del cobre en Chile. A medida que las faenas profundizan la extracción, también cambia la forma en que el mineral debe procesarse, abriendo nuevos desafíos tecnológicos, industriales y económicos para la industria.

La evolución es relativamente simple. En un yacimiento, los minerales oxidados o solubles son los primeros en encontrarse y extraerse; luego siguen los minerales mixtos, y finalmente una zona dominada por sulfuros. "Los minerales de óxido

van terminando su preeminencia en todas partes para dar paso a los minerales mixtos y luego a los sulfuros", resume Juan Carlos Sáez, vicepresidente ejecutivo de Enami.

DE ÓXIDOS A SULFUROS

Por años, el liderazgo del cobre chileno se apoyó en minerales oxidados que podían procesarse sin fundición. Mediante lixiviación química y extracción por solventes y electroobtención (SX-EW) era posible obtener cobre en forma de cátodos de alta pureza, posicionando a Chile como referente mundial en hidrometalurgia.

Pero esta ecuación cambia a medida que aumenta la extracción de

sulfuros. Su procesamiento suele requerir concentración y luego fundición y refinación, una cadena más intensiva en infraestructura, energía y capacidad industrial.

La secuencia, apuntan expertos consultados por "El Mercurio", comenzó a reflejarse en las estadísticas. Según cifras de Cochilco, mientras la producción de cátodos vía SX-EW cayó cerca de 19% entre 2022 y 2025 —desde 1,414 millón de toneladas a 1,140 millón en 2025—, la producción de concentrados pasó de 3,91 millones de toneladas a 4,27 millones de toneladas en el mismo período.

Así, si los cátodos representaban cerca del 26,5% del cobre de mina producido en Chile durante 2022, en 2025, esa participación bajó a poco más del 21%, confirmando que la producción está migrando desde la hidrometalurgia hacia una minería dominada por sulfuros y procesos de concentración.

LA SEGUNDA VIDA DE LA HIDROMETALURGIA

La caída de los óxidos no necesariamente implica el fin de la hidrometalurgia. Para Andrés González, encargado de Análisis Minero de Plusmining, aunque la producción de cátodos SX-EW cayó desde 2,1 millones de toneladas en 2009 a cerca de 1,1 millón en 2025, es posible sostener esa capacidad durante los próximos años.

"Las empresas no quieren perder su capacidad de lixiviación existente, y el auge de nuevas tecnologías de lixiviación de sulfuros viabiliza su uso aun en un contexto de agotamiento de minerales oxidados", explica el analista, apuntando a proyectos en faenas como Collahuasi, Zaldivar, Lomas Bayas, Escondido o Gabriela Mistral. Según sus proyecciones, la producción de cátodos podría mantenerse en torno a 1,1 millón de toneladas anuales durante el resto de la década.

Uno de esos avances apunta a la lixiviación de sulfuros secundarios e, incluso en etapas más experimentales, de sulfuros primarios como la calcopirita, históricamente mucho más complejos de procesar por la vía hidrometalúrgica, señala Jorge Ipinza, gerente de Estudios Hidrometalúrgicos de CIMS-JRI.

"En la hidrometalurgia del cobre se observa un cambio de paradigma: la transición desde la lixiviación de óxidos hacia el beneficio de sulfuros de cobre contenidos en desmontes o estéril de mina, donde la introducción de innovaciones tecnológicas en las plantas concentradoras ha permitido procesar recursos con leyes inferiores a 0,4% de cobre total (CuT)", plantea el especialista.

En términos simples, eso equivale a trabajar con cerca de cuatro kilos de cobre por tonelada de roca, minerales que hasta hace poco quedaban fuera de la ecuación económica.

¿LA HORA DE LA FUNDICIÓN?

A medida que el cobre avanza hacia procesos de concentración, la industria enfrenta una pregunta cada vez más estratégica: dónde y en qué condiciones se procesará esa nueva producción.

"Hoy, al aumentar el peso de los sulfuros, una mayor proporción de la producción necesariamente pasa por concentración y posteriormente por fundición y refinación", indica Jorge Cantallopts, director ejecutivo de Cesco.

El desafío es que gran parte de esa capacidad hoy se concentra en Asia, gracias a sus economías de escala y cadenas integradas de procesamiento.

"Chile puede seguir siendo competitivo exportando concentrados, pero al mismo tiempo debe preguntarse cuánto procesamiento local considera estratégico mantener o desarrollar hacia adelante", agrega Cantallopts.

La discusión también incluye el ácido sulfúrico, clave para la lixiviación y cuyo precio internacional ha registrado alzas cercanas al 197%, dice Ipinza, justo cuando Chile busca prolongar sus operaciones hidrometalúrgicas y procesar minerales de menor ley.

"Estamos viendo algo muy concreto con el mercado del ácido sulfúrico. La escasez global de azufre y ácido, influida entre otros factores por tensiones geopolíticas y conflictos internacionales, ha llevado sus

precios a niveles históricamente altos. Eso mejora temporalmente la rentabilidad de algunas fundiciones y, al mismo tiempo, encarece la explotación de óxidos vía lixiviación, que depende fuertemente del ácido sulfúrico", advierte Cantallopts.

VALOR A CAPTURAR

Reinaldo Salazar, gerente de Estudios de la Sociedad Nacional de Minería, se pregunta si Chile podrá crear condiciones para captar más valor en un negocio que hoy exige costos competitivos, escala, permisos y regulación.

"La industria reconoce el valor estratégico de fortalecer la capacidad metalúrgica nacional, pero también señala que las condiciones actuales todavía están lejos de las que ofrecen otros polos globales de procesamiento. Uno de los principales desafíos sigue siendo el costo país. Las fundiciones son operaciones de alta complejidad técnica y de capital, y requieren operar con altos niveles de eficiencia y escala para ser competitivas internacionalmente", constata.

A esto se añade la necesidad de cumplir normas ambientales, especialmente en captura y tratamiento de emisiones. "Hoy existe preocupación por los tiempos de tramitación ambiental y sectorial, por la superposición de permisos y la incertidumbre regulatoria, factores que terminan afectando la viabilidad y competitividad de proyectos intensivos en capital y de largo horizonte", concluye Salazar.