

*Chuquicamata Subterránea*

# UNA NUEVA ERA PARA EL COBRE CHILENO

LA MINA A RAJO ABIERTO MÁS GRANDE DEL MUNDO EMPRENDE UN NUEVO CICLO CON LA ENTRADA EN OPERACIONES DE CHUQUICAMATA SUBTERRÁNEA, QUE SE ESPERA QUE ENTRE EN PLENA PRODUCCIÓN A PARTIR DE 2026. DURANTE LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO SE EDIFICARÁN MÁS DE 750 KILÓMETROS DE TÚNELES Y GALERÍAS. PRODUCIRÁ POR SOBRE LAS 320.000 TONELADAS DE COBRE FINO AL AÑO.

*Por Andrés Ortiz\_ Fotos Codelco, Mas Errázuriz y Acciona.*





Por el momento, el mineral extraído es transportado en camiones, a la espera del montaje del sistema de correas transportadoras.

**Este 2019 marca un hito para Codelco**, con el inicio de las operaciones del Proyecto Mina Chuquicamata Subterránea (PMChS). Esta iniciativa requirió una inversión de US\$ 5.500 millones y es la más grande que ha desembolsado la empresa minera estatal en su historia. Sin embargo, era necesaria.

La mina subterránea implicará el cambio de método de explotación de rajo abierto a una operación subterránea moderna y eficiente para explotar los recursos que quedarán bajo la actual mina. Esto se debe a que los trabajos en superficie dejarán de ser rentables dentro de la próxima década.

“Hoy existe una alta relación estéril-mineral y esa cifra va subiendo a medida que se profundiza el rajo, lo que impide el desarrollo de nuevas reservas. La minería subterránea, en cambio, es más selectiva, por lo cual podremos explotar zonas con mejor mineralización a menor costo”, explican desde Codelco. Por eso, el PMChS dará continuidad operacional a la mina a rajo abierto de cobre más grande del mundo, posibilitando que aumente la vida útil del yacimiento en, a lo menos, 40 años.

El proyecto integra tecnología de punta que permitirá a los operadores controlar los equipos telecomandados desde estaciones en la superficie. Así también, el modo subterráneo de explotación potenciará una

producción más moderna, eficiente y sustentable, pues reducirá en un 97% la emisión de material particulado (PM10) durante su operación, no aumentará el gasto hídrico y disminuirá el consumo de diésel, pasando desde 2,1 litros por tonelada a 0,3.

Desde Codelco destacan el carácter extraordinario de esta mega obra. Se trata de la segunda operación en el mundo que transita de rajo abierto a mina subterránea. El único antecedente es la mina Palabora en Sudáfrica, cuya dimensión es veinte veces menor a Chuquicamata, que cuenta con una superficie total de 247 hectáreas.

“Es uno de los proyectos que Codelco ha denominado como estructural y estratégico. Esto se debe a la importancia que tiene para su futuro desarrollo, ya que permitirá extender su vida útil y continuar entregando importantes excedentes al país”, afirma Carlos Ramírez, presidente de la CChC Calama.

## PRODUCCIÓN EN AUMENTO

Chuquicamata Subterránea comenzó a funcionar a fines de abril con el primer hundimiento del macizo rocoso (excavación) y la extracción de las primeras toneladas de mineral del primer sector productivo o macrobloque, que es la unidad básica de explotación con un área de 35.000 m<sup>2</sup>. “El

## LA PRODUCCIÓN

inicia un ramp-up de siete años, que permitirá alcanzar una tasa de producción de 140.000 toneladas de mineral por día en 2026, aproximadamente.

inicio de operaciones de Chuquicamata Subterránea es una buena noticia para Chile. Este cambio en el método de explotación responde a parámetros de productividad, eficiencia y sustentabilidad”, comenta Álvaro Merino, gerente de Estudios de Sonami.

Hasta ahora se han extraído más de 8.000 toneladas de mineral desde las cinco bateas ya habilitadas. En promedio, se contemplan 20 macrobloques por cada uno de los tres niveles de explotación proyectados para la mina subterránea. Bajo cada macrobloque habrá dos chancadores de mandíbulas que reducirán el mineral para sacarlo a la superficie en un sistema de correas transportadoras de más de 20 kilómetros de longitud en promedio, el que deberá superar una cota de más de 1.000 metros bajo tierra.



## LAS PRINCIPALES OBRAS YA EJECUTADAS

son los túneles principales: el de acceso, con tránsito bidireccional de 7,5 kilómetros de longitud, y otro de 6,3 kilómetros de largo para el transporte de mineral a través de una correa transportadora.

A partir de este hito, la producción inicia un ramp-up de siete años, que permitirá alcanzar una tasa de producción de 140.000 toneladas de mineral por día (tpd) en 2026. Esta cifra significará una producción anual sobre las 320.000 toneladas de cobre fino y más de 16.000 toneladas de molibdeno fino.

Ricardo Durán, gerente de Planificación Estratégica del PMChS, destaca: “El proyecto tiene un 88% de avance. Las obras que faltan para finalizar corresponden al término del montaje e inicio del comisionamiento del Sistema de Manejo de Minerales, además del comisionamiento del Sistema de Comunicaciones y la habilitación del Centro Integrado de Operación y Gestión (CIO&G)”, describe. Este último corresponde a un enclave logístico ubicado en la superficie, desde donde se telecomandan los principales equipos semiautónomos que operan producción.

Las obras más relevantes ya ejecutadas son los túneles principales: el de acceso, con tránsito bidireccional de 7,5 kilómetros de longitud, y otro de 6,3 kilómetros de largo para el transporte de mineral a través de una correa transportadora.

Asimismo, al PMChS se le dotó de un sistema de ventilación principal, que consiste en el montaje de cuatro ventiladores de inyección que proveen de aire limpio y que están incorporados en dos túneles de 4,3 y 4,4 kilómetros de longitud cada uno. A ellos se suma un pique vertical de extracción de aire de 918 metros de profundidad y 11 metros de diámetro, el cual permite sacar el aire viciado de la mina por medio de cuatro ventiladores. La mina también cuenta con la Subestación Tchitack, que suministra energía a todas las operaciones de la mina subterránea.

Actualmente, en el proyecto se está ejecutando el montaje del sistema de manejo de minerales, que corresponde a 15 kilómetros de correas transportadoras, dos salas de chancado y sus correspondientes estaciones de transferencia. De esta manera, se cumplirá con el segundo gran hito, el “Inicio del Comisionamiento del Sistema de Manejo de Minerales”, que marcará la llegada de mineral desde la mina subterránea a la planta concentradora en la División Chuquicamata, mediante el respectivo sistema de correas que conecta ambos puntos.

### MUROS DE CONTENCIÓN

La empresa Tierra Reforzada S.A. diseñó, prefabricó, suministró y supervisó la construcción de 5.960 m<sup>2</sup> de muros de contención de tierra mecánicamente estabilizada (TEM), de hasta 16,5 metros de altura. Estos se desarrollaron en dos etapas en 2017 y 2018. Sus montajes los hicieron la Constructora Excon e Ingeniería y Construcción Sigdo Koppers, respectivamente.

“En la primera fase, los muros correspondieron a nueve unidades del proyecto Correas Overland (4.277 m<sup>2</sup>) y el objetivo de los mismos fue el sostenimiento de dichas estructuras en 1,6 kilómetros de desarrollo. La segunda etapa fue la ingeniería y suministro del muro Silo de las Correas (1.686 m<sup>2</sup>). Se trató de muros panel con armaduras de acero inextensibles, ya que ninguna estructura sobre los muros podía sufrir deformación alguna”, explica el gerente general, Héctor Ventura.

## LOGÍSTICA OPERATIVA

El diseño y la logística aplicada al proyecto permiten concentrar las principales actividades operacionales en superficie, minimizando así la exposición de los trabajadores a desempeñarse al interior de la mina.

De esta manera, el área operacional se divide en tres: el barrio industrial de superficie, que dispone de casas de cambio, taller de mantenimiento de equipos, unidad de rescate, oficinas, comedor y estacionamiento; el túnel de acceso principal de 7,5 kilómetros de largo, con diez conexiones peatonales para salidas de emergencia; y el barrio industrial norte, ubicado al interior de la mina, que considera oficinas, salas de reuniones y un comedor de 1.500 m<sup>2</sup>.

Para el Centro Integrado de Operación y Gestión, ubicado también sobre el terreno, Codelco utilizó las instalaciones de la Mina Ministro Hales, desde donde se telecomandarán las diversas faenas y operaciones bajo suelo. Además del manejo a distancia de los equipos, desde el CIO&G se integrarán todos los sistemas de control y apoyo, como la ventilación principal y secundaria, basada en sistemas de operación según demanda, y una plataforma de seguridad para monitorear las actividades de la mina.

## DESAÍOS CONSTRUCTIVOS

Ricardo Durán destaca algunos de los desafíos que ha enfrentado Codelco. “El primero es la correcta transición desde una minería a rajo abierto a otra subterránea, producto de la simultaneidad de ambas operaciones en 18 meses. El segundo es el nivel de interferencias que hoy existe con la operación de la mina actual y la construcción del proyecto, debido a la interacción entre el montaje y las áreas de producción y el uso de accesos compartidos de la planta concentradora, fundición y el rajo”, explica.

La empresa Acciona estuvo a cargo de la construcción de los dos túneles de inyección de aire, cerca de 25 kilómetros de túneles de ventilación y 800 metros de chi-

meneas verticales. “Uno de los principales desafíos técnicos fue la construcción de las chimeneas verticales, que están entre las más grandes que se han hecho en Chile con la metodología raise boring. Fue necesario utilizar cabezales de perforación de seis metros de diámetro y de aproximadamente 200 metros de profundidad. También destacamos el uso de sistemas de carguío con explosivos bombeables, que fue clave para la obtención de rendimientos de producción sobresalientes y para alcanzar altos estándares de seguridad en la protección de nuestros trabajadores”, afirma David Jiménez, director de Construcción de Acciona del Negocio de Infraestructuras en Chile.

Túneles de extracción e inyección de aire permiten mantener el subsuelo en condiciones aptas para la seguridad laboral.



El mineral es transportado a la superficie en correas overland.



Importantes reservas de cobre y molibdeno tiene Chuquicamata Subterránea.



#### FICHA TÉCNICA

##### MONTO TOTAL DE INVERSIÓN:

US\$ 5.500 millones.

**FINANCIAMIENTO:** Codelco.

**MANDANTE:** Codelco.

**SUPERFICIE:** 247 hectáreas.

##### EMPRESAS CONTRATISTAS PARA INGENIERÍA

**Y CONSTRUCCIÓN:** Hatch, Acciona, Mas Errázuriz, Astaldi.

##### DESARROLLO MUROS DE CONTENCIÓN:

Tierra Reforzada S.A.

**INICIO OBRAS:** 2012.

**EMPLEO:** punto máximo de 13.000 personas a fines de 2018.

**AÑO ESTIMADO DE OPERATIVIDAD AL 100%:** 2026.

Sobre las innovaciones aplicadas, Jiménez destaca dos tecnologías. Una de ellas es un sistema de guía láser que aumenta en más del 60% la precisión en la excavación de túneles, lo que reduce significativamente los sobrecostos ocasionados por errores en la construcción de este tipo de infraestructuras. Acciona también empleó el georradar, un método no destructivo y más rápido para determinar el espesor de la capa de hormigón, mediante la aplicación de ondas electromagnéticas.

Otra compañía que se involucró en la obra fue Mas Errázuriz, que participó con la empresa Aveng como parte del Consorcio AME en la construcción del pique de extracción de aire. La metodología de excavación empleada fue shaft sinking o pique ciego, que profundiza en la medida en que se avanza con explosivos.

“Fue un desafío único construir un pique de tal envergadura, el más grande de Sudamérica, con niveles de seguridad y calidad

como los obtenidos. Desarrollar una obra que en Chile nunca antes se había construido con estas dimensiones, utilizando mano de obra local para actividades específicas que no son muy comunes en el país, ratifica nuestra posición como una empresa líder en la ejecución de proyectos mineros”, destaca Matías Jaramillo, coordinador de Comunicaciones de Mas Errázuriz.

El gerente de Planificación Estratégica del PMChS acota sobre otras innovaciones. “Para la construcción del proyecto estamos utilizando los jumbos semiautomáticos, que nos permiten tener mayor eficiencia en la perforación y en el uso de agua en la hidroperforación, así como la operación mediante control remoto de shotcrete”.

El próximo desafío es iniciar la construcción de los siguientes macrobloques en los próximos años. De esta manera, se espera ir cumpliendo con los plazos y consolidar este proyecto que le permitirá mantener a Chile el liderazgo en la producción cuprífera.



## INGENIERÍA MULTIDISCIPLINARIA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS PARA LA GRAN MINERÍA Y ENERGÍA

**ASOCIACIÓN CON  
HEXA MAESTRANZA**  
MSCO CUENTA DENTRO  
DEL GRUPO DE EMPRESAS  
CON HEXA - MESTRANZA

- INGENIERÍA
- INSPECCIÓN TÉCNICA
- OBRAS CIVILES
- MAESTRANZA
- INGENIERÍA,  
ADQUISICIÓN Y  
CONSTRUCCIÓN (EPC)
- MONTAJE

#### ACREDITACIÓN

