

**HITO
TECNOLÓGICO**

**MINA RADOMIRO TOMIC /
CHUQUICAMATA**

UNIENDO GIGANTES

■ El Proyecto Explotación Sulfuros RT Fase I contempla un sistema que permitirá chancar y transportar 100 mil t diarias de minerales sulfurados desde la mina Radomiro Tomic hasta las concentradoras de Chuquicamata, separadas por 8,1 kilómetros. ■ Obras críticas de montaje con grúas de alta capacidad y desafíos logísticos, son sólo algunos de los retos para unir a dos gigantes mineros. Y en sólo 24 meses.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT



FICHA TÉCNICA

PROYECTO EXPLOTACIÓN SULFUROS

RT FASE I

UBICACIÓN: 45 km de Calama, II Región de Antofagasta

MANDANTE: Vicepresidencia Corporativa de Proyectos de Codelco (VCP)

CONTRATISTA DE OO.CC Y MONTAJE: Salfacorp S.A., Salfa Montajes S.A.

GESTIÓN DE PROYECTO: Aker Solutions

CONTRATISTA MOVIMIENTO DE TIERRA: Trepasa Cerro-Alto

MOVIMIENTOS DE TIERRA: 4.000.000 m³

HORMIGONES: 25.000 m³

ESTRUCTURAS METÁLICAS: 5.000 t

INVERSIÓN APROXIMADA: US\$ 370 millones

TÉRMINO DEL PROYECTO: Mayo 2010

FASES DE CONSTRUCCIÓN

- Chancador primario semi-móvil
- Correa overland de 8,1 km
- Pila de acopio mineral grueso para 60 mil t vivas
- Sala de recuperación, con 6 alimentadores de cinta
- 2 cintas de traspaso interconexiones a planta existente
- 5 salas eléctricas

CONEXIÓN SISTEMA RT-CHUQUICAMATA



A 45 KM DE CALAMA, a 1.670 km de Santiago y a 3.000 m sobre el nivel del mar, se levanta la mina Radomiro Tomic (RT), yacimiento a rajo abierto para la obtención de minerales oxidados. Se descubrió en la década del '50, en 1995 entró en operación y en 2010 tendrá novedades. La División Codelco Norte (DCN) decidió transportar mineral sulfurado vía correas transportadoras desde RT hasta las plantas concentradoras ubicadas en Chuquicamata, y de esa forma completar la diferencia que le falta al mineral producido en Chuquicamata para copar la capacidad instalada de las plantas existentes, equivalente a 182 kt/d y, al mismo tiempo, eliminar de esa forma el actual transporte en camiones que se realiza desde RT, que es del orden de 25 a 30 kt/d.

Unir estos dos gigantes no será sencillo. La operación, llamada Proyecto Explotación Sulfuros RT Fase I cumplirá dos objetivos: "mitigar los impactos de los riesgos y eventos geotécnicos del rajo Chuquicamata y asegurar la producción en sus plantas concentradoras", indica Daniel Deutsch, gerente de proyecto de RT, de la Vicepresidencia Corporativa de Proyectos (VCP) de Codelco.

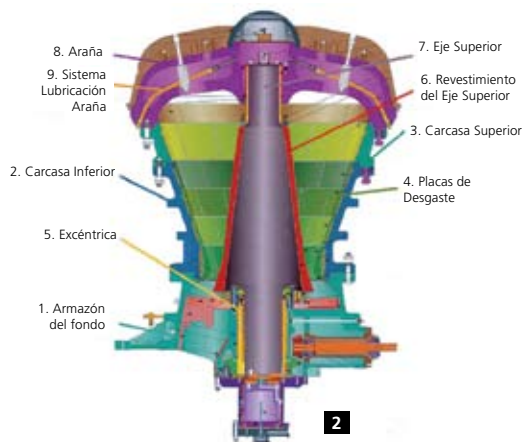
Para lograrlo, se requiere procesar 100 kt/d de mineral a través de una nueva instalación cuyas áreas principales consisten en chancado, transporte y almacenamiento. La iniciativa considera la instalación de un chancador primario semi-móvil de 60" x 110", una correa de descarga de 131 m, un silo de regulación de 645 m³, una correa overland de mineral grueso de 8,1 km y de un acopio para 60 mil t de carga viva, permitiendo la conexión hacia las plantas concentradoras existentes. Parece impresionante, y lo es, más aún por el plazo establecido: 24 meses. Recorramos la larga conexión que une a estos dos colosos mineros.



ÁREA DE CHANCADO RT

Tres estructuras principales se encuentran en esta zona.

1. El edificio de chancado donde se encuentra en su interior el equipo principal o chancador.
2. Detalle del chancador semi-móvil y sus componentes.
3. Correa de descarga de 131 m que alimenta a un silo regulador, que a su vez deposita el mineral chancado a la correa overland.



ÁREA DE CHANCADO

El cobre se encuentra de dos maneras en la naturaleza, como mineral sulfurado y como óxido. Según su estado, es el proceso de recuperación posterior. En el caso del sulfuro, se hace vía flotación, donde se obtiene un concentrado de cobre que se conduce a fundiciones, las que en esta obra se ubican en Chuquicamata.

El proyecto comienza en el área de chancado de RT y comprende el montaje de un chancador primario de tipo giratorio. La no-

vedad se observa en que se trata de la primera planta semi-móvil en la historia de Codelco (Escondida y Collahuasi cuentan con esta tecnología). Se debe destacar que los años de explotación de los óxidos de RT desnudaron los sulfuros, por lo que la fase del prestriping, retiro de la sobrecarga estéril del yacimiento, se había ejecutado con anterioridad.

Previo construcción del edificio de chancado, la mayor dificultad residió en la alta cantidad de roca encontrada durante las excavaciones, muy superior a la estimada pre-

viamente. Un hecho que demoró el inicio de las obras civiles.

La función del chancador es la misma que la de un molino, a diferencia que el primero golpea en seco reduciendo el mineral hasta en 8", mientras que el molino funciona con agua, siendo una molienda más fina. "Es un chancador vertical, cuyo centro giratorio es una especie de pera que en la medida que gira, las piedras se acercan a las paredes, las aprisiona, para luego caer por una compuerta", comenta Claudio Zurita, gerente de SalfaCorp.

La zona de chancado va muy cercana al rajo, lo que gatilló que el chancador fuese semi-móvil, tecnología que permite hacer el traslado de un recinto a otro. "El chancador se mueve completo por medio de un equipo especial de traslado en base a ruedas, capaz de levantar cerca de 1.000 t, el peso del edificio completo incluyendo el chancador", asegura Deutsch. El diseño de la planta permite que "la plataforma de traslado multiejes se introduzca bajo el edificio del chancador, lo levante y traslade a otro punto de operación. Para lograr su desplazamiento, el chancador se monta sobre un edificio estructural de acero que a su vez va superpuesto sobre fundaciones de hormigón que permanecen en su sitio después del traslado", señala Gonzalo Castro, gerente de proyecto de SalfaCorp. Una vez chancado el material, éste pasa a una cinta de descarga de 131 m que se conecta a un silo regulador, que alimenta la correa de 8,1 km encargada de trasladar el mineral grueso hasta el Stock Pile ubicado en Chuquicamata.

RECORRIDO CORREA OVERLAND



1. Correa overland en su recorrido en tierra firme hacia Chuquicamata.

Un importante desafío fue el tendido de la cinta transportadora, en cuyo recorrido existen tres puentes llamados atraviesos.



2. Atraviesos. Se montan los tramos laterales sobre el talud.



3. Una vez que la estructura queda estable, se procede a levantar la galería central.



**PRESENTE EN LAS OBRAS
MÁS GRANDES
DE SUDÁMERICA**



Tramo de galerías de acceso al Stock Pile. El gran impedimento en esta zona era el talud existente cercano a los 45° de pendiente, que obligó a ejecutar plataformas y rampas de acceso para posicionar y movilizar las grúas, en especial la Manitowoc 18.000.

CORREA TRANSPORTADORA

Continuamos el viaje al corazón de Chuquicamata. Un recorrido complejo. El traslado de mineral de sulfuros, previamente chancado, se realiza a través de una correa overland hasta el acopio de mineral ubicada en Chuquicamata, cubriendo una distancia de 8,1 km desde la cota 3.073,42 a la 2.829,3 donde finalmente se deposita. “Esta distancia se cubre atravesando 7.022 m sobre plataforma excavada a través de cerros, 172 m de túnel y 926 m sobre estructuras. En su trayecto la correa cuenta con dos túneles de estructura corrugada de 85 m de largo cada uno y tres atravesos de 135 m de longitud, que permiten el paso de camiones de alto tonelaje hacia botaderos o acopios de mineral”; indica Deutsch.

Distintos desafíos constructivos y montajes provocó la correa. El primero. La ejecución de los trabajos previos para su instalación, que significó un importante movimiento de tierras. No es para menos, porque parte de ella atraviesa botaderos obligando a excavaciones mayores que en algunos sectores alcanzaron hasta 70 m de corte de terreno con respecto del nivel inicial. También se efectuaron excavaciones en corte en zonas de roca, lo que impuso el uso de explosivos.

El segundo reto. El montaje de tramos críticos de la correa como los atravesos y la llegada al Stock Pile. Dada la irregularidad del terreno, y si bien la correa en su mayoría se apoya en tierra firme, en ciertos puntos cruza atravesos de camiones y caminos. Por un lado está el rajo de RT y por



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
SERVIDAS LA FANANA**



CASINO MONTICELLO



COSTANERA CENTER

ESPECIALISTAS EN:

- Obras civiles • Concesiones
- Industriales • Obras mineras
- Hidráulicas • Hospitalarias

**HUERFANOS 1160 OF 612
SANTIAGO CENTRO
FONO: 6571860**



4. Conexión del tramo central y ajuste de piezas.



5. Atraveso terminado.



STOCK PILE EN CHUQUICAMATA

1. Montaje simultáneo del octógono y dos secciones prearmadas (octavos) del edificio. En la foto se aprecia la gigantesca excavación y las compuertas por las que cae el material acopiado.



2. Lado sur del Stock Pile en trabajo de fundaciones y túneles.

otro el de Chuquicamata, y siempre en el entorno de éstos se originan acopios de estériles que se extraen de la mina. Como en algunos puntos la correa atraviesa estos montículos, fue necesario ejecutar puentes denominados atravesos. Para el montaje de estos pasos, de 135 m de largo con gálibo (en puentes se denomina gálibo a la distancia entre la parte inferior de la superestructura y el nivel medio del curso de agua) de 25 m, se utilizaron grúas de 300 t, y se realizaron análisis de estabilidad de cada tramo cuyo largo es de 45 m aproximados. La secuencia de montaje privilegió primero la colocación de los tramos laterales, y con dos grúas el tramo central. En sus extremos los puentes descansan sobre estructuras metálicas diagonales.

Otro sector crítico fueron los tramos de galerías que llegan al Stock Pile. “Había un grupo de tres galerías cuya complejidad se centraba en que se ubicaban sobre un talud en pendiente, por lo tanto no había dónde colocar las grúas. Las posibilidades se reducían a dos: armar todo en terreno con alzaprimado, una alternativa ineficiente y riesgosa, o la opción de montar cada uno de los tramos por sí solos”, cuenta Osvaldo Rojas,

ingeniero encargado del diseño de las maniobras de SalfaCorp, Área Montajes. Bajo esas galerías, que pesan cerca de 100 t cada una, no había posibilidad de colocar las grúas. “Este inconveniente obligó a generar plataformas en el talud para posicionarlas. Es decir, montar 100 t a unos 40 m de altura, demasiado para una grúa de capacidad estándar”, agrega Rojas. Esta situación exigió recurrir a una grúa de mayor capacidad, en este caso una Manitowoc 18.000, de la cual existen sólo dos en Chile.

Para abordar estas galerías, primero se generaron las plataformas y rampas de acceso. Luego “armamos la grúa bajo las plataformas y subimos con ella por una rampa con pendiente adecuada para que pudiese desplazarse, que en este caso tenía una limitación del 20% con una altura de más de 5 metros. Por lo tanto, necesitábamos 25 m de largo de rampa para poder superar el 20%, y así llegar con la grúa hasta la plataforma, izar la estructura de 100 t y montarla a unos 40 m de alto”, resume Rojas.

La galería 3A fue la más crítica porque quedó sobre el talud sin posibilidad de posicionar la grúa. Para hacer la maniobra más

segura, se montó un tramo pequeño de 25 t que descansa sobre el talud y luego se continuó con el de 75 t, que permitió disminuir el peso. Mientras en la galería 3B no hubo mayores exigencias porque existía un camino para colocar los equipos, para la 3C también se construyó plataforma y rampa de acceso para instalar la grúa.

Superadas las galerías del talud, al cierre de esta edición se montaba el tramo final de la galería que desemboca en el Stock Pile. Esta es otra de las faenas críticas porque la estructura llega en voladizo sobre el octógono, una abertura por donde cae el mineral al interior del Stock Pile. “Es un tramo de 90 m de largo y se estudia montarlo de manera similar a los atravesos, salvo que en este caso es un solo tramo de 90 m, en forma de V invertida”, señala Deutsch.

El tercer desafío. Otra novedad de la correa de 1,6 m de ancho y capacidad de transporte de 7.700 ton/h, es que va tomando las curvas horizontales y verticales del recorrido. En general, en proyectos con correas de largas longitudes, lo normal es que el recorrido de transporte de material se resuelva construyendo torres de transferencia. “Son estaciones de mantención complejas ya que indican que hay trasпасos de mineral, por lo que cuando la correa llega a estos puntos, el material se transfiere y hay que impulsarlo nuevamente”, comenta Osvaldo Rojas. En este proyecto, debido a que la correa es capaz de ir tomando los quiebres de dirección, se evitó construir dichos edificios, convirtiéndose en una de las correas más largas existentes en Chile y el mundo.

STOCK PILE

Llegamos a Chuquicamata. Y con ello a la etapa final de este largo viaje. La construcción del Stock Pile representa una de las fae-



SISTEMA DE SEGURIDAD

Codelco implementó el sistema de seguridad basado en la conducta (SBC), que opera a través de observadores dentro de las mismas cuadrillas y que se identifican con su logo. Bajo este método, los observadores informan de conductas riesgosas o que transgreden las normas de seguridad dentro de la faena pero de forma anónima, sin buscar culpables. Esta misma herramienta se implementó en la Unidad de Negocio Sanitario de la División Andina de Codelco (ver más información Revista BiT N° 70, Enero 2010, pág. 14). En algunas faenas de montaje en tanto, se optó por privilegiar trabajos en el piso y minimizar trabajos en altura. Es el caso de las galerías, donde se colocó una grúa de mayor capacidad, de manera de privilegiar las obras a nivel de piso.



Una de las conexiones o "Tie In" a correas existentes de Chuquicamata.

nas más críticas por la logística involucrada y la conexión o "Tie In" a las instalaciones ya existentes. "El acopio de mineral grueso corresponde a un edificio de estructura metálica de cubierta tipo cónica, diseñado con perfiles de acero con revestimiento en planchas

metálicas, que tiene como objetivo almacenar el mineral proveniente del rajo de RT y distribuirlo a través de correas, a las plantas concentradoras de Chuquicamata", indica Claudio Zurita.

Construirlo necesitó de una gran precisión

logística. Primero se hizo el movimiento de tierra para generar el relleno compactado del perímetro del edificio, luego las obras civiles, a continuación el montaje de los túneles subterráneos de 5,5 m de diámetro y 8 mm de espesor, y tras ello el movimiento de tierra para generar la plataforma de las fundaciones. "Para terminar se construye la estructura del domo y la galería que deposita el mineral en el interior del Stock Pile", comenta Deutsch. El edificio está terminado en sus obras civiles, con cifras sorprendentes: más de 12 mil m³ de hormigón, losas de hasta 3 m de espesor y hormigonado continuo de alrededor de 800 m cúbicos.

Una de las faenas complejas es el montaje de la estructura metálica del domo, por las

SACK
Todo un mundo en Acero

Sucursales:
 Iquique: (57) 519262
 Antofagasta: (55) 428070
 Coquimbo: (51) 313 838
 Viña del Mar: (32) 288 46 23
 Valparaíso: (32) 265 54 00
 Quilpué: (32) 256 57 47
 San Felipe: (34) 535 384
 Concepción: (41) 291 01 05
 Temuco: (45) 911 592
 Puerto Montt: (65) 351 578
 Santiago: (2) 441 57 00 / 441 00 52

FonoSack: 600 586 57 00

www.sack.cl

Productos:
 Cañerías - Barras - Perfiles - Mallas - Pilares - Cadenas -
 Aceros Especiales - Rollos - Planchas de Acero -
 Planchas Galvanizadas / Zincalum Lisas y Acanaladas -
 Productos especiales, Servicios y Soluciones en Acero.



maniobras de alto tonelaje involucradas y los radios críticos para las grúas mayores, como la Manitowoc 18.000 de 600 toneladas. Claro, porque los izajes de las estructuras reticuladas que conforman el domo, de 65 t con radios sobre 25 m, implicó contar con tres grúas de 600, 450 y 400 toneladas, más equipos auxiliares.

“Teníamos el antecedente de haber construido un Stock Pile similar para Codelco en la mina Gaby, en donde el montaje se hizo elemento a elemento. En cambio en RT, el montaje se planificó y realizó con paños prearmados sin torre central lo que requirió grúas de mayor capacidad y alcance”, relata Gonzalo Castro. El domo en su parte superior tiene una entrada u octógono de 24 t, de cada cara nace un octavo (secciones prearmadas) que se ancla a la fundación, y entre paños se teje un entramado. En Gaby, se montó una torre para soportar este elemento y luego se fueron tejiendo los enrejados, lo que significó que en un momento hubo 11 grúas trabajando en el área. En el actual proyecto, la grúa Manitowoc levanta el octógono y simultáneamente las grúas de 400 y 450 t izan dos secciones prearmadas a cada lado, se ajustan las piezas y se ensamblan, quedando la maniobra estable.

¿Por qué se aplicó esta metodología? “No contábamos con la plataforma del Stock Pile, obligándonos a colocar las grúas por el perímetro. Al no tener relleno (se conoce como relleno minero), abordamos el montaje des-

de del exterior, una complicación porque genera mayores radios de montaje y por ende hay que contar con más capacidad de grúas”, indica Osvaldo Rojas. “En un principio pensábamos rellenar para colocar la torre siguiendo la idea de Gaby, pero nos dimos cuenta que éste material debía ser chancado, seleccionado sin fino porque se podían generar problemas cuando iniciáramos la producción. Son 35 mil cubos que caben en este edificio, y corrimos el riesgo que el mineral se ‘colgara’, es decir que se atora y al abrir las compuertas inferiores no cae”, señala Deutsch. Mención aparte merece el trabajo previo de movimiento de tierras, donde se generó espacio en el exterior, tanto para armar las estructuras, como para materializar las maniobras con las grúas.

SALA DE RECUPERACIÓN

Seguimos en el Stock Pile. Bajo el relleno minero la historia continúa. La descarga de material se realiza a través de la sala de recuperación, que dispone de seis alimentadores de correa funcionando simultáneamente. Tres de ellos proveen a la correa SRT-CTR-004 que transporta el mineral grueso hasta la pila A2 de la planta concentradora de molienda SAG, y los tres restantes a la correa SRT-CTR-007. Esta cinta descarga el mineral grueso hacia la correa SRT-CTR-008 a través de una torre de transferencia. El mineral de la SRT-CTR-008 es finalmente transferido a la cinta existente 22CV02, la cual transporta el mineral hasta

Bajo el acopio se construyó una cámara recuperadora, que contiene una batería de seis alimentadores que entregan el mineral a dos correas transportadoras que se conectan al sistema de chancado y molienda existente de Chuquicamata.

las tolvas de las concentradoras A0/A1 molienda convencional en las instalaciones de Chuquicamata. De los dos túneles que se construyen en este sector por los cuales atraviesan estas correas, “dejamos uno sin montar para poder acceder con los materiales y maquinarias”, comenta Deutsch.

El buen resultado logístico “se ha logrado debido a la sinergia tanto de RT como de Chuquicamata, que han apoyado en la realización de algunos rellenos y excavaciones masivas y supieron coordinarse para insertar un proyecto de esta envergadura en ambas minas en plena operación”, destaca Daniel Deutsch.

RT Sulfuros comenzaría a operar en mayo de 2010. La obra cuenta, a fines de noviembre, con un avance acumulado del 92,7%. Para el futuro se contempla construir una nueva planta concentradora en el proyecto Sulfuros RT Fase II, que se encuentra en etapa de ingeniería. Esta iniciativa utilizaría agua de mar con una tecnología similar a la que se ejecuta en la mina Esperanza, operada por Antofagasta Minerals. Paralelamente, se construirá un nuevo tranque de relaves al oeste de Radomiro Tomic. Todo esto en pleno desierto, allí donde se unen gigantes. ■

www.codelco.cl

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Montaje Industrial. Pesos Pesados”. Revista BiT N° 67, Julio de 2009, pág. 14.

- “Planta Desalinizadora Minera Escondida”. Revista BiT N° 45, Noviembre 2005, pág. 24.

FOTOS GENTILEZA CODELCO Y SALFACORP

■ EN SÍNTESIS

No son pocas las particularidades del proyecto que permitirá explotar a gran escala los sulfuros alojados en el rajo de Radomiro Tomic y llevarlos a Chuquicamata. El montaje del chancador primario semi-móvil, faenas de levante de grandes estructuras con grúas de alta capacidad, la correa transportadora sin torres de transferencia, y la unión de dos colosos mineros, son algunos de los retos técnicos involucrados.

Ahora Masisa Melamina Blanca reduce hasta un 99,9% la presencia de bacterias, gracias a su agente antimicrobiano natural.

Melamina
MASISA

- Reduce hasta un 99,9% la presencia de bacterias, hongos y moho en la superficie del tablero durante las 24 horas del día, por toda la vida útil del mueble.
- Control antimicrobiano activo.
- No afecta la estética y no requiere mantenimiento adicional.
- El rendimiento de la protección antimicrobial no se deteriora en el tiempo.
- BioCote® es líder en protección antimicrobial.

+ protección
+ salud
+ higiene



www.masisa.com

MASISA
más confianza