



minería chilena

382

ISSN 0716 1042 - AÑO 33
Abril 2013 - www.mch.cl

Anglo American pone foco en la eficiencia

Cobre, protagonista
de la PDAC 2013

Consulta indígena:
esperando una definición

EXPONOR
CHILE 2013

GRUPO EDITORIAL EDITEC | REVISTAS OFICIALES

Sacar mayor provecho y, por ende, rentabilidad de los procesos de mineral es una tarea fundamental para una minería rocas, lo cual da cuenta de la relevancia de los procesos de concentración y flotación. En este sentido, Leonardo Flores, gerente general

Concentración y flotación

Los desafíos para recuperar más mineral

que se enfrenta a menores leyes y condiciones climáticas adversas. Ambos factores traen consigo dificultades objetivas y afectan directamente los costos de las compañías. Las leyes más bajas han obligado a las grandes empresas a utilizar máquinas de mayor tamaño (tendencia conocida como gigantismo), cuestión que involucra mayor consumo de insumos.

Una de las maneras de sopesar este aumento de costos es generar iniciativas que mejoren el refinamiento y recuperación de la riqueza mineral de las

de Aminpro Chile, hace ver que las nuevas técnicas que desarrollan son siempre evaluadas económicamente. "La celda contacto, por ejemplo, tiene una área de uso que es muy inferior al de celdas mecánicas de flotación, pero por requerir más bombas hace que suba el capital de inversión. La comparación econó-

Aspectos críticos de este proceso son el manejo eficiente de partículas finas, óptimo uso de la energía y diseños de maquinarias eficaces y de óptima hidrodinámica.





mica debe hacerse para ubicación geográfica (se requiere edificio), proceso (alta producción, tipo de mineral) y el espacio o lugar del proceso (en

desiertos, región montañosa, etc.)”, afirma.

Desafíos

Son múltiples las variables que influyen en la

búsqueda de alternativas, las cuales deben ajustarse a los lineamientos económicos de las compañías. Cabe señalar que el mineral extraído desde la mina tiene un contenido metálico que con el correr de los años va en descenso y, por lo tanto, el proceso de concentración que se realiza en las celdas de flotación se enfrenta a desafíos cada vez más exigentes para lograr un concentrado de alto contenido mineral. En este sentido, los especialistas indican que se debe entender que la flotación es un proceso ideado para desarrollar esta concentración y con el paso del tiempo ella se enfrenta a minerales con partículas más finas y con menor contenido del metal a flotar.

Respecto de lo anterior, Fernando Santana, *Business manager Water Technologies* de Siemens, señala que “si abordamos el proceso de flotación como una función de probabilidades, nos encontraremos con que la probabilidad ‘P’ de que una partícula sea recuperada en un proceso de flotación puede describirse como una función de varias probabilidades particulares; $P = P_c * P_s * (1 - P_d)$, donde P_c es la probabilidad de contacto de una partícula con una burbuja de aire, P_s es la

probabilidad de que la partícula logre apegarse a la burbuja y forme una unidad estable y P_d es la probabilidad de soltarse de la burbuja”.

Según el profesional, con dicha explicación es relativamente fácil comprender que la cantidad de gas, la distribución del tamaño de las burbujas y la distribución de las burbujas en el medio líquido juegan un rol decisivo para lograr que la probabilidad ‘P’ se maximice. Sin embargo, aclara que “todo esto se logra con un manejo adecuado de la energía que este proceso requiere”.

Y añade que por ello el mayor desafío que enfrenta la flotación a futuro es el manejo eficiente de partículas finas con un uso eficaz de la energía cinética que el proceso demanda. “Hoy existen plantas concentradoras operando con bancos de celdas de flotación agitadas con una potencia instalada extraordinariamente alta y que requieren de un análisis crítico de la costo-efectividad de su operación”, indica.

En tanto, Bob Maron, director de Desarrollo de Negocios e Ingeniería de Aplicaciones América Latina de Cidra Minerals Processing, dice ver “muchos problemas en el área de molienda y flotación, debido a partículas grandes llegando a las



LA BASE DE NUESTRO
SERVICIO
SON NUESTRAS
PERSONAS



**arriendo
de equipos
y maquinaria**

En SKC Rental estamos comprometidos con la entrega de un servicio de excelencia. Por eso, brindamos a través de nuestro gran equipo humano, toda la asesoría que nuestros clientes necesitan. Y porque seguimos reforzando nuestro compromiso con el bienestar de las personas y el medioambiente, renovamos, con más fuerza que nunca, nuestro programa "Un contrato, un árbol".
Súmate a esta iniciativa y comprueba que en SKC Rental, más que máquinas, somos personas.

www.skcrental.com



**ECHVERRIA
IZQUIERDO**
Montajes Industriales

PRESENTE EN LA MINERÍA



CAP Minería - Planta Pellets
Montaje Edificio Molinera y Silo de Almacenamiento

Tel +56 2 2757 48 00 | ei.cl | Rosario Norte 532, Piso 7, Las Condes, Santiago - Chile

celdas de flotación rougher”. Según el ejecutivo, esto causa reducciones en la recuperación en la flotación, causadas por acumulación de partículas grandes que puede afectar negativamente el patrón de flujo de la pulpa, generando zonas muertas, al bloquear válvulas de dardo y dañar rotores, “reduciendo la recuperación de mineral valioso y aumentando los costos de mantenimiento”, precisa. Por su parte, Sergio Prado, gerente de Ventas y Procesos Separation Technology en FLSmidth, asegura que “los principales desafíos de la flotación son la maximización de la recuperación de las especies útiles sulfuradas, utilizando diseños de máquinas de flotación energéticamente eficientes y

con una óptima hidrodinámica”. En esa línea, sostiene que los circuitos de flotación mixtos, las filas de flotación con una distribución de energía diferente, orientada a minimizar pérdidas en las fracciones gruesas y finas

Ademir Ramírez, gerente regional de Procesamiento de Minerales de SKM, hace notar que en la mayoría de los casos la industria ha reaccionado mediante el gigantismo de las operaciones. “Es decir, aumentar la ca-

Los especialistas indican que se debe entender que la flotación es un proceso ideado para **desarrollar una concentración** de alto contenido mineral y con el paso del tiempo ella se enfrenta a minerales con partículas más finas y con menor contenido del metal a flotar.

“serán una real contribución en los diseños de planta en el futuro”. Tras observar que “el escenario actual presenta yacimientos con cada vez menores leyes promedio de las especies valiosas”,

pacidad de beneficio de minerales mediante equipos más grandes y, por lo tanto, mayor consumo de energía; el uso de áreas geográficas más amplias para las plantas; mayor consumo de agua, de

Uno de los desafíos que se advierten tiene que ver con la implementación de nuevos diseños de celdas.



Aminpro CHILE

SERVICIOS METALÚRGICOS

LABORATORIO & PILOTAJES AMINPRO

- » Diseños de Programas de Caracterización
- » Especialistas en Separación Cu-Mo
- » Pruebas de Bond, Starkey, JKdwt, SMC
- » Pruebas de Cinética (SKT y FKT) y Ciclo
- » Pruebas de columna y de Celda Contacto
- » Pilotajes Chancado y Molienda de Bolas
- » Pilotajes Flotaciones Rougher, Limpiezas y Columnas

INGENIERÍA DE PROCESOS AMINPRO

- » Diseño, Optimización y Simulación de Procesos
- » Debottlenecking de Plantas en Operación
- » Simuladores de código abierto para beneficio de nuestros clientes

LABORATORIO Y PILOTAJES TAILPRO-AMINPRO: RELAVES

- » Sedimentación y Potencial de Liberación de Agua
- » Reología, Consolidación, Permeabilidad
- » Pilotajes: chancado-molienda-flotación-espesamiento (hasta pastas) y deposición de relaves

INGENIERÍA TAILPRO-AMINPRO

- » Diseño de Tranques de Relaves
- » QA/QC y Gestión de Construcción
- » Gestión de Relave y Optimización
- » Entrenamiento in Situ



Contacto: info@aminpro.cl - (+56-2) 2 958 2471 - (+56-9) 9 682 0763
Cerro San Cristóbal 9511, Quilicura, Santiago. Código Postal: 8720033
www.aminpro.cl - www.tailpro.com

Schlumberger

Water Services



Servicio de consultoría en el control y manejo de recursos hídricos para la minería
Contacto : sws-santiago@slb.com
Teléfono : +56 2 24835800

Paramount Grúas S.A.

VENTA Y ARRIENDO DE GRÚAS

Link-Belt
CRANES

Santiago
Vitacura 2939, Oficina 1002,
Las Condes, Santiago
Teléfono: +56 2 431-5023
Celular: +56 97 966 5660
juan.deleon@paramountgruas.com

Antofagasta
Paramount Grúas S.A.
Ruta 26, Km. 15
Salar del Carmen, Antofagasta, Chile
Teléfono: +56 2 431-5023
Celular: +56 97 966 6435
francisco.vergara@paramountgruas.com



Link-Belt
CRANES
distribuidor oficial

THE PARAMOUNT
TRANSPORT & TRADING EQUIPMENT LIMITED

Link-Belt
CRANES

GRÚAS - REPUESTOS - SERVICIO TÉCNICO

Hoy existen plantas concentradoras operando con bancos de celdas de flotación agitadas con una **potencia instalada extraordinariamente alta** y que requieren de un análisis crítico de la costo-efectividad de su operación”, observa Fernando Santana, de Siemens.

reactivos y otros recursos de operación. Esta aproximación simplista al problema genera un

también lo será, incluyendo una gran cantidad de sistemas y reciclaje de productos intermedios



Fotografía: Gentileza de FLSmidth

En la flotación se busca maximizar la recuperación de las especies útiles sulfuradas.

aumento importante en los costos de inversión (Capex) y gastos de operación (Opex)”, asevera. El especialista agrega que un segundo desafío relevante es la complejidad metalúrgica de los cuerpos mineralizados. Esto, porque si la metalurgia de los minerales es compleja, la línea de procesos

para lograr el objetivo de liberación y extracción. “Este factor también representa un alto Capex por la mayor cantidad de equipos y sistemas, y un alto Opex por el consumo energético de reactivos y consumibles de operación (aceros, bolas, partes y piezas de repuesto, etc.)”, agrega Ramírez.

Un tercer desafío descrito por el ejecutivo de SKM se relaciona con la falta de agua para la concentración de minerales vía flotación. A su juicio, esta carencia va a obligar a las nuevas operaciones a usar fuentes no tradicionales de agua, como es el agua de mar, directamente en la preparación de las pulpas de minerales. En este sentido, dice, “el problema mayor se produce en el cambio en la reología de las pulpas y en la etapa de limpieza en que se debe eliminar el ion cloruro que pudiese quedar impregnado en la humedad del concentrado comercial”.

En este contexto, Leonardo Flores, de Aminpro, informa que “se centran en el hecho de que los depósitos desarrollados en la actualidad presentan progresivamente menos ley de alimentación de los elementos de interés. Adicionalmente se requiere deprimir los elementos de penalización. De lo anterior emana que existen desafíos para el uso de nuevos reactivos y tecnologías respecto de la implementación de nuevos diseños de celdas”. Además, según Flores, un desafío importante es la posibilidad de alterar el potencial de las pulpas para recuperar otras especies como óxidos de cobre, por ejemplo. **mch**

Concentración y flotación

Los desafíos para recuperar más mineral

1 de 2



➤ Aminpro Chile

Cerro San Cristóbal 9511, Quilicura, Santiago.
Fono: (2) 2 958 2471
www.aminpro.cl

Aminpro Chile es una empresa de servicios metalúrgicos enfocada en la caracterización a escala de laboratorio y piloto para chancado, molienda, flotación y relaves, y a la ingeniería de procesos para el diseño, la optimización o el pronóstico de

producción de plantas concentradoras en minerales de Cu, Mo, Au, fosfatos, grafito y otros. Aminpro desarrolló la celda de contacto, la cual está actualmente en proceso de mejora. Esta tecnología se destaca por su aplicabilidad para la flotación de partículas gruesas (sobre 300 micrones) y su empleo industrial está asociado hoy a la flotación de Bitumen en la ultra limpieza de los minerales no metálicos (industriales) y actualmente con uso extensivo en la flotación de grafito. En este sentido, la aplicación de mayor potencial que la empresa visualiza hoy es para la separación de cobre y moly, cuyo aporte sería la eliminación casi total del arrastre mecánico del cobre.



➤ Basf Chile

Carrascal 3851, Quinta Normal, Santiago
Fono: (2) 2 640 7578
www.basf.cl

Basf en Chile cuenta con un portafolio de soluciones para diversas industrias, entre ellas la minería, en el cual ofrece una variedad de formulaciones para el procesamiento de minerales, con presencia en Sudamérica.

Teniendo como base su especialización en productos químicos, la compañía ofrece beneficios operacionales, medioambientales y económicos. Dentro de su plataforma de productos para la minería destacan las soluciones LIX, que forman parte de una amplia gama de resinas de extracción. Además, cuenta con productos como floculantes (Magnafloc), modificadores de reología (Rheomax), afinadores de granos, surfactantes, coagulantes, entre otros.



➤ FLSmidth

Nueva de Lyon 072, Of. 1102, Providencia, Santiago.
Fono: (2) 2 290 0000
www.flsmidth.com

Con más de un siglo de experiencia en el mercado, FLSmidth ha trabajado con diversas marcas, tales como Abon, Autec, Buffalo, Centry, Ingeniería Conveyor, Koch, entre varias otras. En el caso particular de flotación cuenta con las marcas Wemco, Dorr Oliver y Excell, las cuales cuentan con una masiva presencia a nivel

nacional e internacional en el rubro del procesamiento de minerales. La capacidad de sus celdas alcanza hasta 600 m² cada una. En Chile FLSmidth posee una dotación cercana a las 1.000 personas, quienes se encuentran al servicio de sus clientes, apoyando principalmente los requerimientos de posventa. Asimismo, dispone de oficinas en Antofagasta, Salamanca, Santiago, La Serena e Iquique, apoyadas con centros tecnológicos en Estados Unidos, Canadá y Europa.



➤ Cidra / Tiar

Mariano Sánchez Fontecilla 646, Dpto. D, Las Condes, Santiago.
Fono: (2) 2 233 7232
www.tiar.cl; www.cidra.com

Cidra es una compañía enfocada en el desarrollo y suministro de soluciones tecnológicas que desarrolla nuevas tecnologías y servicios para la industria de procesamiento de minerales. Su enfoque principal es aumentar el rendimiento y recuperación, maximizar la disponibilidad del proceso y reducir los costos de mantención. En este sentido, el sistema Cyclonetrac de Cidra Minerals Processing brinda un servicio llave en mano, el cual identifica los eventos de baja eficiencia al nivel de un hidrociclón individual. El sistema proporciona una detección de partículas grandes, descargando en las tuberías de over de cada ciclón, lo cual indica un bajo rendimiento de clasificación. La tecnología tiene la capacidad de detectar tempranamente los eventos con partículas grandes, así como identificar el o los ciclones que tienen bajo rendimiento y posibilitar acciones correctivas. Esto evita periodos prolongados de baja recuperación del mineral y, eventualmente, baja eficiencia de la molienda.



➤ **Sinclair Knight Merz, SKM Chile**

Monseñor Sótero Sanz 161, Providencia, Santiago.

Fono (2) 2 924 6000

www.globalskm.com

Sindair Knight Merz (SKM) es una empresa global de consultoría estratégica, ingeniería y ejecución de proyectos. En el sector minero utiliza capacidades de ingeniería y de múltiples especialidades, con un enfoque en innovación y sustentabilidad hacia la ejecución de proyectos en forma segura y rentable para los clientes. SKM realiza estudios multidisciplinarios desde niveles conceptuales hasta la implementación de proyectos completos en modelo EPCM. Su equipo de especialistas cubre las áreas relacionadas con: chancado (primario, secundario, harneo); manejo de materiales (correas transportadoras, *stockpiles*); molienda (molinos SAG, molinos de bolas, pebble *crushers*, clasificación); flotación (celdas de gran volumen; celdas de columna, molienda secundaria); separación líquido-sólido (espesamiento normal y de alta capacidad, filtrado tradicional, de presión e hiperbárico); manejo de relaves; abastecimiento eléctrico e hídrico.

Los desafíos para recuperar más mineral

2 de 2



➤ **Siemens**

Avenida Providencia 1760, Piso 12, Providencia, Santiago.

Fono: (2) 2 477 1000

www.siemens.cl

Siemens comenzó sus operaciones en Chile en 1907 cuando se funda la empresa Siemens Schukert Ltda. en Valparaíso. La presencia de la compañía en el país ha estado fuertemente ligada al desarrollo de este, principalmente en el sector eléctrico-

electrónico, industrial, minero y salud, entre otros.

La empresa es especialista en tecnologías para las áreas de Energy, Healthcare, Industry e Infrastructure & Cities.

En el caso de tecnología para concentradoras y flotación, la compañía cuenta con diversas soluciones como celdas de flotación híbridas sin mecanismos externos de agitación y sin motor eléctrico, ofreciendo con ello niveles menores de contaminación acústica, de desechos lubricantes y de mantención.



➤ **Vogt**

Calle Álvarez de Toledo 669, San Miguel, Santiago.

Fono: (2) 2 829 1200

www.vogt.cl

Vogt es una compañía con más de 50 años de experiencia en distintas industrias, que fabrica y suministra sistemas flotantes de alta confiabilidad en impulsión de fluidos, además de proveer equipos con servicios especiales como montaje en terreno,

tecnología de automatización y control, y asistencia de mantenimiento.

Vogt ha desarrollado proyectos para la recuperación de aguas del proceso conjunto concentración/flotación en la gran y mediana minería. Estas recuperaciones de aguas se realizan en los tranques de relaves con bombas tipo Cantilever montadas en balsa.

Entre los proyectos realizados por la compañía están: el muelle de bombas flotantes montado en balsa instalado para impulsión de fluidos del tranque de relaves de Minera Valle Central y el muelle de bombas flotantes para impulsión y bombeo en Codelco División Chuquicamata, Tranque Talabre.