

Sistema IPCC listo para llevar el costo beneficio de la mina a planta  
P. 8

El próximo paso en su viaje digital  
P. 12

Surge una innovación burbujeante para la flotación  
P. 32

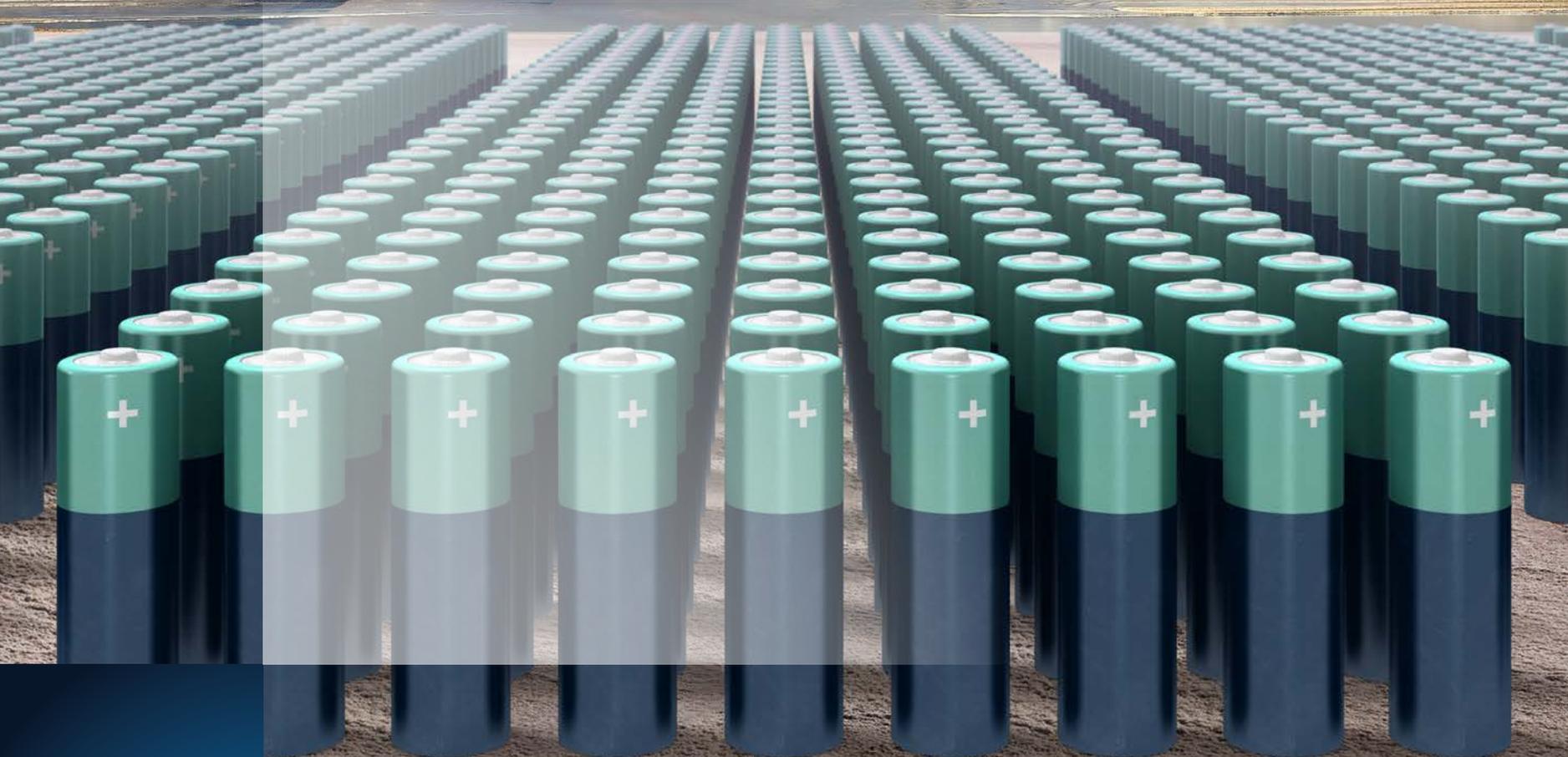
¿Sabe cuánto se desgasta? Cómo reducir el tiempo improductivo y mejorar el rendimiento global  
P. 34

# DISCOVER Mining

Issue 3

## BATERÍAS MINERALES A LA CARGA

Los vehículos eléctricos (VE) están impulsando la demanda, pero ¿cuánta energía hay disponible en el mercado de los minerales para baterías?



# CONTENIDO

## En cada edición

04

### EDITORIAL

Digitalización, crecimiento económico y el cuidado por el medio ambiente, están acelerando la demanda por las baterías minerales. Pero para aprovecharlo, la industria minera debe superar numerosos obstáculos.

10

### ALREDEDOR DEL MUNDO

Descubra algunas de las últimas noticias, iniciativas y proyectos en todo el mundo, incluyendo órdenes en Australia, India y Sudáfrica.



## Digitalización

12

### OPINIÓN: COMPROMETIDOS CON LO DIGITAL – GENERAR UN IMPACTO SIGNIFICATIVO

La digitalización es el próximo paso lógico para la industria minera. Pero ¿cuáles deberían ser las prioridades fundamentales de su negocio y cuáles son las herramientas que debería considerar?

15

### LA DIGITALIZACIÓN COMO FACILITADOR DE LA PRODUCTIVIDAD

Las empresas mineras en todo el mundo están observando cada vez con mayor frecuencia los beneficios de la digitalización. Cinco soluciones para considerar en su operación minera.

## Transportando el éxito

06

### SUMINISTRO DEL EQUIPO TRANSPORTADOR DE MAYOR TAMAÑO EN TAILANDIA – ENTREGADO A TIEMPO

Con sólo 16 meses para implementarse completamente, el equipo transportador de mayor tamaño que se haya suministrado alguna vez a Tailandia, no tenía mucho espacio para retrasos en la planta Sahakol Mae Moh 8.

08

### TRANSPORTAMOS EL COSTO-BENEFICIO DE LOS SISTEMAS IPCC

La cobertura integral de los procesos de la mina a la planta significa el desarrollo de soluciones que marcan liderazgo a través de la cadena del proceso minero, además de la optimización de las prácticas que pueden ofrecer un nuevo potencial para su operación minera.

## Casos de éxito

44

### AUMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD

Una pequeña mejora de la bomba en terreno, lo lleva a una reducción tanto del desgaste, como del costo de ciclo de vida en Lesotho.

46

### BLACK WATTLE COLLIERY REDUCE SUS COSOTOS DE OPERACIÓN CON ALIMENTADORES FLEXIBLES

Descubre cómo Black Wattle Colliery mejoró su eficiencia de proceso, sus productos y cómo redujo los bloqueos en la trituración y las paradas de planta.

## Innovación

32

### LA RECUPERACIÓN ÓPTIMA CON ESPUMA SALE A FLOTE

La optimización de las tasas de recuperación de la espuma ahora está configurada para ofrecer dividendos reales debido a un nuevo paquete que proporciona flexibilidad en la selección de la relación de recuperación de grado.

40

### ACELERANDO LOS RETORNOS DE LA MINA, CON UN ESTILO DE BAJO RIESGO

La planta clasificadora modular REFLUX™, está diseñada para brindar mayores tasas de recuperación, pero la innovación modular hace esta solución aún más valiosa.



SUBSCRÍBASE EN  
FLSMIDTH.IO/  
DISCOVER-SUBS

WEBSITE FLSmith.io/discover-mining  
LINKEDIN FLSmith Mining  
EDITOR William Leahy

© 2019 FLSmith. Todos los derechos reservados.  
Se puede reproducir citando "FLSmith Discover  
Mining" como fuente.

TEMA PRINCIPAL

# BATERÍAS MINERALES A LA CARGA

Han estado en el centro de la conversación de la minería durante todo el último año o más; pero ¿cuáles son las fuerzas que impulsan la demanda global, hacia dónde se dirige el mercado, y – por supuesto – cómo se puede sacar el mejor provecho de este auge?



“La industria del litio es una industria joven. No es como la del cobre o la del oro, donde uno encuentra personas con 40 años de experiencia. Es difícil atraer un grupo de talentos experimentados para que operen una planta de litio. Por ese motivo las alianzas resultan cruciales”.

P.23

18

## PROBANDO EL METAL RESPONSABLE DE LA REVOLUCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

En los últimos tres años la creciente demanda de vehículos eléctricos ha hecho que las restricciones o reparos existentes para el suministro de los materiales requeridos se transformen en una preocupación. Michael Giblin, Analista de S&P analiza las fuerzas en juego.

24

## HORNO VS. CALCINADOR FLASH

Conozca la visión de un experto en los fundamentos de las tecnologías del horno y el calcinador flash aplicados a la extracción del litio.

22

## CÓMO LLEVAR LA DELANTERA EN EL LITIO

Con los precios actuales todavía altos, los mineros del litio saben que la rapidez es la prioridad número uno si quieren obtener los mayores beneficios de la oportunidad que se abre hoy. Tener un aliado con experiencia puede ser crucial.

28

## LA REGIÓN QUE ESTÁ POTENCIANDO EL CAMINO HACIA EL LITIO

Australia Occidental (WA) se ha ubicado a la vanguardia de la producción del litio gracias a cuatro minas en operación, y hay otras tres programadas para unirseles en el futuro cercano.

30

## COBALTO LIMPIO

El cobalto es un asunto siempre presente y que trae consigo muchos temas para discutir. Con una demanda que se duplicará para el año 2020, ¿cuáles son las posibilidades de conseguir cobalto limpio?

## Sabemos de desgaste

34

### REVESTIMIENTOS COMPUESTOS PARA REDUCIR COSTOS Y MEJORAR RENDIMIENTO

Como ocurre con todas las mejoras, existen algunos costos iniciales que pagar, pero el total cost of ownership es muy fácil de calcular... y realmente puede valer la pena.

36

### ¿EL REVESTIMIENTO DE SU CHANCADOR DE CONO LE ESTÁ SIGNIFICANDO TIEMPO INACTIVO?

Todas las piezas de desgaste necesitan reemplazarse, pero tal vez los revestimientos actuales de su chancador de cono no son su mejor alternativa para las variables específicas de su operación. Esto fue lo que se descubrió en dos plantas mineras.

38

### NO PERMITA QUE LOS TIEMPOS DE INACTIVIDAD SIGAN CONSUMIENDO SUS GANANCIAS

¿Un año completo sin tener que reemplazar los paneles de desgaste? un sueño. Pero, para una mina en la India el sueño se convirtió en realidad.

## Enchufándonos en el auge de los minerales para la fabricación de baterías

**Estamos en medio de un auge de los minerales para baterías. Impulsada por la demanda de nuevas soluciones tecnológicas proveniente tanto de los consumidores como de la industria - como es el caso de los vehículos eléctricos, los paneles solares y los teléfonos inteligentes – que requieren del uso de las tierras raras y minerales, la industria minera debe responder rápidamente a esta necesidad de desarrollo. Pero cumplir exitosamente y en forma oportuna con los requerimientos del mercado puede no ser tan sencillo, escribe Manfred Schaffer, Presidente de Minería para FLSmidth.**

**C**ando pensamos en qué es lo que impulsa la demanda de minerales para baterías, sin duda alguna, claramente, los vehículos eléctricos (VE) llevan la delantera. La mitad de las 211.000 toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) utilizadas en el mundo en el año 2017 fue para los autos eléctricos y se espera que para el 2027 esa cifra alcance al 90% de 1.265.000 toneladas, de acuerdo con el Departamento de la Industria, la Innovación y la Ciencia (SIIS) de Australia. Los vehículos eléctricos necesitan baterías de gran tamaño y se espera que el aumento de la demanda en esta área haga crecer los mercados para las baterías de litio en el futuro cercano.

Y mientras el litio y el cobalto han sido los más destacados, el vanadio, grafito y los minerales de tierras raras están actualmente captando la atención en forma creciente gracias a los usos que ofrecen en la carga y almacenaje de las baterías. Por otra parte, tanto el níquel como el cobre no se quedan atrás considerando que se espera que para la fabricación de los vehículos eléctricos se necesitará cuatro veces la cantidad de cobre que se utiliza en los vehículos con motores de combustión.

Hemos sido testigos de un súbito incremento seguido de una nivelación del precio de varios metales no ferrosos y minerales utilizados en las baterías de ion litio, como es el caso del litio, cobalto, níquel y manganeso. Sin embargo, cualquiera sea la fluctuación de los precios, la demanda ciertamente continuará, lo que significa que la industria minera debe resolver algunos desafíos y romper algunas barreras en forma rápida si quiere satisfacer adecuadamente esta creciente necesidad.

Entonces, ¿cuáles son los desafíos para dar respuesta a la nueva demanda y obtener los mayores beneficios de las nuevas oportunidades que se abren? Como ocurre en todas las áreas de crecimiento rápido y con un flujo casi permanente de nuevas operaciones apareciendo, se empieza a hacer cada vez más difícil encontrar las habilidades, el conocimiento y la experiencia necesarios



**¿Está preparada la minería para avanzar rápidamente y aprovechar este aumento de demanda y hacerlo bajo parámetros de cumplimiento ético y cuidado del medio ambiente?**

para seguir el ritmo de este auge. La complejidad de la extracción es generalmente alta, lo que hace el desafío aún mayor.

Este es un obstáculo que no es sencillo de superar. Sin embargo, como punto de partida, las empresas mineras deberían seleccionar cuidadosamente a sus aliados y escoger a quienes les ofrezcan experiencia y habilidades, que estén deseosos de colaborar y crear en forma conjunta soluciones innovadoras para aprovechar al máximo los beneficios de la digitalización y el uso de datos.

Un desafío aún mayor es el medioambiental. Con muchos de los productos finales que contienen minerales para baterías llegando a un mercado consumidor atento y consciente, las prácticas de abastecimiento que cumplan las exigencias éticas y medioambientales no estarán muy lejos de sus consideraciones, y, de hecho, tampoco de los medios. Y aunque el cobalto sigue acaparando los titulares, no es el único que provoca inquietud. La extracción del níquel, por ejemplo, se obtiene con un costo ambiental de contaminación de aguas y emisiones de dióxido de sulfuro muy preocupante, mientras que el litio produce como derivado sulfato de sodio y una gran cantidad de relaves.

Nuevamente, estos desafíos deben resolverse de una manera abierta y directa: ¿Cómo podría entonces la minería avanzar rápidamente para aprovechar este aumento de demanda y hacerlo bajo parámetros de cumplimiento ético y cuidado del medio ambiente? La respuesta es compleja -requiere valentía y nuevas formas de pensar – además es necesario trabajar en forma colaborativa con aliados y socios nuevos y ya conocidos que comprendan estos temas y puedan encontrar la mejor forma de aprovechar la oportunidad rápidamente y con el mínimo de riesgo.

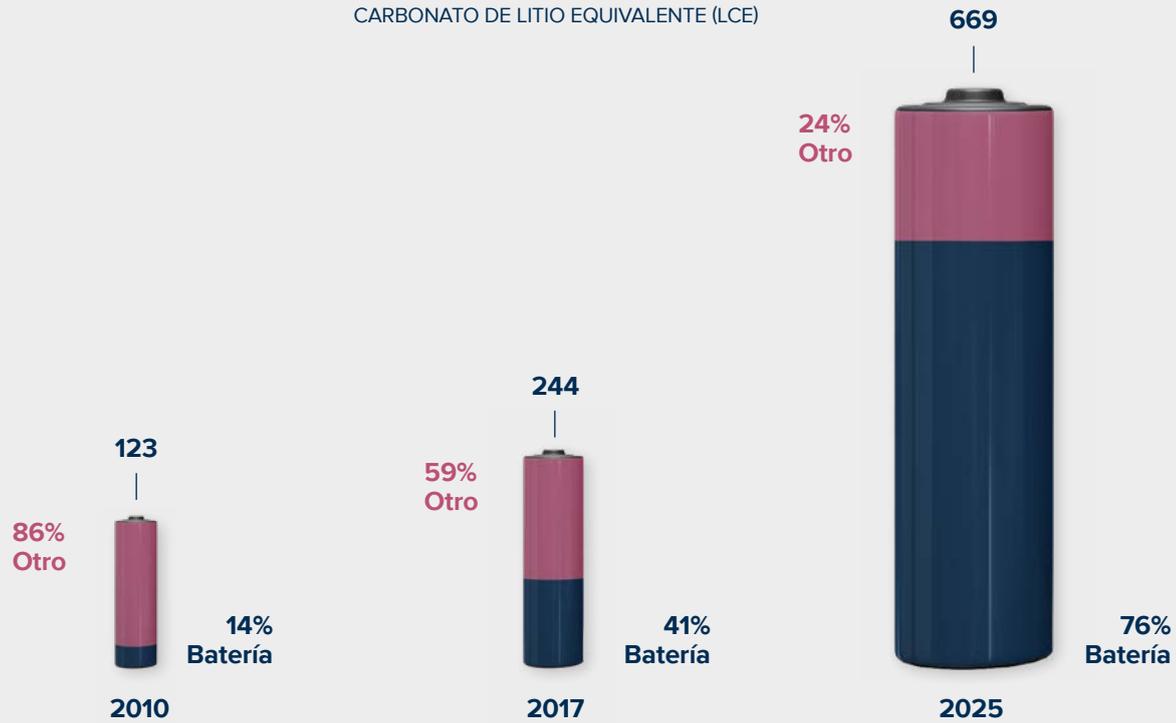
PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A  
**MANFRED SCHAFFER,**  
**MINING PRESIDENT, FLSMIDTH**  
 ✉ [MANFRED.SCHAFFER@FLSMIDTH.COM](mailto:MANFRED.SCHAFFER@FLSMIDTH.COM)



**MANFRED SCHAFFER**  
 Presidente de Minería,  
 FLSmidth

## DEMANDA DE LITIO

CARBONATO DE LITIO EQUIVALENTE (LCE)



## EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE LITIO Y COBALTO

SEPARADO POR BATERÍAS Y OTRAS APLICACIONES

## DEMANDA DE COBALTO

KT, LITIO METAL EQUIVALENTE



1. La batería incluye automotriz (HEV, PHEV, BEV), camiones y autobuses (livianos, medianos y pesados), vehículos de 2 y 3 ruedas, maquinaria (montacargas y otros), almacenamiento en la red, electrónica de consumo. Fuente: McKinsey

# ENTREGANDO LA CORREA TRANSPORTADORA MÁS GRANDE

SAHAKOL MAE MOH 8  
18.7061° N, 98.9817° E



Con un plazo muy estrecho de tan sólo 16 meses para implementar completamente la correa transportadora de mayor tamaño que se haya suministrado alguna vez a Tailandia, no había mucho espacio para retrasos en la planta Sahakol Mae Moh 8. ¿Y el resultado? Un proyecto bien planificado y correctamente ejecutado que se entregó antes de la fecha límite.

**A** principios del año 2016, EGAT inició la licitación por la Fase 8 del Sistema de eliminación de sobrecarga. Desde el inicio del proceso se estableció un diálogo muy cercano con el cliente, la empresa Sahakol Equipment Public Company Limited, para encontrar la mejor solución y además lograr cumplir con el corto plazo de ejecución que se esperaba comenzara a mediados de abril de 2018. Sin perder tiempo alguno, y sólo algunas semanas después de que EGAT adjudicó la orden por el proyecto Mae Moh 8 Fase 8 a Sahakol, Sahakol y FLSmidth acordaron los términos del contrato para el Sistema de Transporte Fase 8.

“El primer paso era realizar un análisis de las condiciones y requerimientos de las minas y de las expectativas del cliente. Posteriormente se desarrolló el diseño y alcance del proyecto de manera que reflejara lo más exactamente posible las particularidades de la tarea. El sistema de transporte para la Fase 8 era ambicioso: Incluía 12 transportadores con cintas de 2,2 y 2,6 metros de ancho y una capacidad nominal de 17.500 t/h a 27.600 t/h. Las correas cubren una distancia de 12,6 km de longitud y están equipados con 40 motores de 1750 y 2000 kW”, indica Helmut Oberrisser, el Director del Proyecto encargado del sistema completo.

FLSmidth comenzó la ingeniería a mediados de septiembre de 2016, incluso antes del inicio del contrato de Suministro y Montaje firmado a mediados de diciembre de ese año. La planificación y su ejecución se transformaron en un elemento clave cuando Oberrisser explicó la complejidad del proceso para lograr entregar a tiempo: “La ingeniería mecánica se realizó internamente mientras que para la ingeniería eléctrica se trabajó en cooperación con el subcontratista principal, Siemens Austria. La estructura de acero fue fabricada por nuestro ya muy conocido aliado en China, la empresa Chiefnew.

## DATOS CLAVE

### Mina Mae Moh de EGAT y Sistema Motriz

- Potencia Total Instalada: 2.400 MW
- Demanda Anual Total de Combustible: 16 millones de toneladas
- Reserva original de carbón: 300 millones de toneladas

### Sahakol Mae Moh Phase 8

- Excavación de carbón: 375 millones de m<sup>3</sup>
- Clasificación de lignita: 31 millones de toneladas

“Los sistemas de accionamiento completos fueron comprados a Siemens por lo que los elementos mecánicos, eléctricos y de control tienen un mismo origen para evitar problemas de conexiones o interfaces. La mayoría de los componentes mecánicos y eléctricos fueron comprados en Europa. En Tailandia se compraron los transformadores y se armaron las cabinas eléctricas, y para el montaje e instalación se utilizaron los servicios del contratista local VTEC. Con esta organización pudimos ajustar la mano de obra para enfrentar el estrecho plazo de entrega y ofrecer un valor agregado a este proyecto en Tailandia.” Esto significaba que, aunque casi todos los principales componentes mecánicos y eléctricos tenían plazos de entrega prolongados y, por lo tanto, eran una parte crítica del proceso para la consecución del plan, FLSmidth y Saha-kol podían comenzar el comisionamiento el 31 de Enero de 2018 e iniciar la operación el 1 de Marzo del mismo año – es decir, un mes y medio antes de lo programado.

Sasavat Siriñon, CEO de Sahakol Equipment Public Company Limited, comentó: “Este es el equipo de transporte de mayor tamaño que ha sido suministrado en Tailandia hasta ahora. El proyecto se ejecutó antes del tiempo previsto y demoró menos de dos años en total desde la firma del contrato con EGAT (Empresa de Generación de Electricidad de Tailandia) hasta la operación de la Fase 8 del Sistema de eliminación de Sobrecarga.

“FLSmidth es proveedor líder de equipos mineros de calidad y ésta es una de las razones por las que lo elegimos como nuestro proveedor. Estamos muy contentos con los plazos de entrega e implementación del sistema, además de la estrecha colaboración lograda entre Sa-hakol y FLSmidth, por lo que esperamos establecer una alianza con FLSmidth en los años venideros”.

“Es una gran historia de éxito conseguido por medio del trabajo en equipo y la cooperación entre todas las empresas involucradas”, agrega Oberrisser. “Este resultado sobresaliente sólo ha sido posible gracias al alto nivel de motivación y compromiso de los equipos de trabajo de FLSmidth y Sahakol y a la excelente cooperación durante todas las etapas de la ejecución del proyecto.

Manteniendo este espíritu tan especial, los equipos de trabajo han sabido enfrentar y resolver los desafíos, problemas y dificultades enfocándose en la meta común de finalizar el proyecto en el plazo convenido o antes, pero sin comprometer la seguridad ni la calidad del sistema.” ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

HELMUT OBERRISSER, PROJECT DIRECTOR, GLOBAL PROJECTS MINING

✉ HELMUT.OBERRISSER@FLSMIDTH.COM

# DE TAILANDIA

# Transportamos el costo-beneficio de los sistemas IPCC

**¿Qué beneficios reportan a los clientes y al mercado las recientes adquisiciones hechas por FLSmidth? Fundamentalmente, la cobertura integral de los procesos de la mina a la planta significa el desarrollo de soluciones que marcan liderazgo a través de la cadena del proceso minero, además del conocimiento involucrado y la optimización de las prácticas que abren nuevas posibilidades para que los clientes mejoren su productividad a menores costos.**

**U**n elemento central en la reciente expansión es que ahora los clientes pueden tener acceso a la gama más profunda de sistemas IPCC (Chancado y Transporte dentro del Rajo) existente en la industria minera a través de un único proveedor. La gama de excavadoras y soluciones IPCC líder en el mercado entrega opciones compactas inmejorables, versátiles y totalmente móviles/reubicables, permitiendo a los clientes mejorar su capacidad de procesamiento y productividad y reducir los CAPEX, OPEX, y otros costos de operación relacionados.

“En este momento somos los únicos fabricantes de equipos originales en el mercado que pueden suministrar la cadena completa de valor. Esto agrega valor a los procesos de los clientes y nos permite trabajar en forma muy estrecha con ellos a través de todas sus operaciones para encontrar las mejores soluciones posibles impulsadas por una optimización armónica y alineada desde la mina hasta la planta. Participar en el lado productivo como en el de la extracción combina dos aspectos muy importantes en la cadena de valor de la minería. Podemos mejorar las ganancias esperadas por nuestros clientes en términos de productividad y, además, eliminar las brechas que observamos actualmente en la industria”, explica Thomas Jabs, Jefe Global de Proyectos Mineros.



Se producirá una mayor sinergia y coherencia entre los productos y la línea de proceso permitiendo así el desarrollo de un potencial adicional para la productividad. Además, es más fácil optimizar el proceso completo de la mina a la planta ya que puede adquirirse desde un único proveedor, explica Alexander Lehner, Director de Gestión de Línea de Servicio y Mejora de Ciclo de Vida: “Todos los aspectos relacionados con la flota están a disposición de nuestros clientes a través nuestro. Esto significa para ellos un solo punto de contacto que a su vez ayuda a reducir las interacciones y pérdidas que se producen en la cadena de suministro. Los clientes pueden reducir así sus costos operacionales por medio de programas especiales de repuestos y servicios de disponibilidad de equipos y a la vez aumentar la duración de los equipos utilizando los servicios dedicados de mejora de vida útil que abarcan actualizaciones, puestas a nivel, y remodelación de sus equipos de manejo de materiales”.

## Una integración sin tropiezos

Además de ofrecer una gama completa que abarca la minería de superficie y las tecnologías de manejo de minerales y recursos para operaciones mineras de gran capacidad, las nuevas competencias, recursos y tecnologías que se incorporan también beneficiarán a los clientes en el mercado global.

“La integración ha sido muy sencilla pues los trabajadores que se han unido a la organización, como parte de la adquisición, han estado trabajando en una empresa con un ADN muy similar al de FLSmidth. Tienen características similares, son todos creativos y originales, enfocados en la colaboración, a modo de ejemplo, y gracias a estas características, han podido adaptarse muy bien a trabajar juntos durante el proceso de la integración”, comenta Jabs.

## Pensar en correas transportadoras como una alternativa económica a los camiones

Los beneficios que pueden obtenerse a través de soluciones IPCC, son claramente algo que Jabs considera puede traer ahorros inmediatos en los costos de los clientes: “La reducción de las flotas de camiones es una de las razones principales por las que los clientes están buscando soluciones del tipo IPCC. Los sistemas de correas son alternativas muy económicas comparadas con los camiones y los operadores consideran cada vez más la posibilidad de que puede ser una forma económica de llevar el material desde un punto A al punto B.

“Antes los operadores sólo tenían la idea de la pala al camión. Y punto, no había nada más. Ahora es totalmente diferente – en cada proyecto nuevo, cada expansión e incluso en las operaciones ya existentes, se investigan alternativas



**PARA VER LA ENTREVISTA EN VIDEO CON THOMAS JABS EN IPCC, VISITE:**

<https://flsmidth.io/IPCC>



a este concepto de “pala y camión”. Lo más interesante está ocurriendo en las empresas mineras que ya han introducido las correas anteriormente – ellas comprenden totalmente los ahorros que se pueden lograr y, por lo tanto, tampoco tienen temor de realizar cambios en los programas de mantenimiento si se comparan con las compañías que operan con camiones. Existe también un interés creciente de parte de los operadores de proyectos nuevos que no han incluido anteriormente estos sistemas de transporte en los diseños de las operaciones. Estamos trabajando con ellos para mostrarles el potencial del costo beneficio y las ganancias en productividad que un sistema transportador les puede ofrecer, es decir, reducción de OPEX, operaciones más robustas y menos tiempos improductivos”.

### Es hora de dar impulso al avance digital

Aunque el potencial de los ahorros financieros y la mejora de la productividad pueden resultar obvios para algunos clientes que están pensando en cambiarse a los sistemas de correas, puede haber otros obstáculos que hacen difícil tomar la decisión finalmente. El cambio requiere modificar la forma en que opera la mina y esto afecta la planificación desde la perspectiva del operador.

Para Jabs, sin embargo, el cambio es inevitable: “Es totalmente obvio que lo que ha funcionado hasta ahora no lo hará en el futuro porque las condiciones en la minería han cambiado. Las operaciones mineras deberán analizar las alternativas y nosotros, como un fabricante de equipo original, tenemos la responsabilidad de producir estas soluciones para nuestros clientes, o bien, desarrollarlas junto con ellos. Y nosotros ya estamos trabajando en nuevas soluciones pues vemos algunas limitaciones en la actualidad. El área mecánica ya ha avanzado y es posible y probable realizar las innovaciones en ese aspecto, pero el mayor avance se hará a través de la digitalización, la automatización, los sistemas inteligentes (IPCC inteligente) y en la retroalimentación de información al centro de control. Estamos preparados para el avance digital en minería y trabajamos en conjunto con nuestros clientes para presentarles soluciones que se ajusten a sus requerimientos, riesgos y condiciones específicas – y, finalmente para aumentar su productividad”.

Marnus Fick, Vicepresidente de Ingeniería & Tecnología de Minerales, coincide con Jabs y comenta: “El acceso a una completa gama de tecnologías clave a través de todo el proceso claramente permite a los ingenieros digitalizar la cadena de



“Cuando monitoreamos el recorrido del proceso completo desde la mina a la planta, podemos fortalecer los puntos de unión del proceso, alinear nuestras tecnologías y mejorar la productividad dentro del mismo proceso”.

### MARNUS FICK

VICE PRESIDENTE,  
INGENIERÍA & TECNOLOGÍA  
DE MINERALES

valor completa y mejorar la utilización de tecnologías nuevas y existentes. Cuando monitoreamos el recorrido del proceso completo desde la mina a la planta, podemos fortalecer los puntos de unión del proceso, alinear nuestras tecnologías y mejorar la productividad dentro del mismo proceso”.

### Optimizando juntos el valor de la cadena completa de valor

Desde la perspectiva de los equipos y las soluciones, mucho se ha avanzado con la adquisición de la cadena completa del proceso por parte de FLSmidth, sin embargo, los clientes también podrán experimentar un enfoque integrado en el análisis e identificación de las áreas que pueden mejorarse. FLSmidth puede no sólo ver qué tan bien funciona una parte del equipo, sino que también de qué forma afecta su funcionamiento a las otras partes del proceso completo aguas abajo.

El ejemplo que propone Jabs se relaciona con la selección e implementación del chancador. “La selección del chancador es una disciplina clave en la incorporación del sistema IPCC. Si no lo haces correctamente, tendrás un montón de problemas después. FLSmidth tiene mucha experiencia en esta área y trabaja muy estrechamente con sus clientes. Pero también sabemos que la selección del chancador no es el final de la historia – analizamos profundamente de qué forma la selección influirá en el procesamiento del material aguas abajo, ya que puede variar si va al molino o al chancado secundario/terciario o al botadero de lastre o a los relaves.

“Como también entregamos soluciones para los procesos que siguen/aguas abajo del proceso, estamos muy familiarizados con el flujo completo, lo que significa que podemos ofrecer soluciones confiables e integrales a nuestros clientes no sólo pensando en el elemento IPCC, sino en los equipos que componen los procesos siguientes. Nuestro esfuerzo está puesto en optimizar el valor total de la cadena del cliente - toda la línea de trituración y procesamiento - hasta su punto final”. ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

THOMAS JABS, GLOBAL HEAD OF MINING PROJECTS

✉ THOMAS.JABS@FLSMIDTH.COM

# ALREDEDOR DEL MUNDO



## Perú

En noviembre del 2017 se comisionó un proyecto de I&D para fabricar insertos hidrostáticos de elevación de bronce en las instalaciones de FLSmidth en Pekin, IL, USA. El primer conjunto de placas de molino se embarcó recientemente para un trabajo crítico en Perú donde serán utilizadas en diseño de los cojinetes de una nueva generación de molinos. Con este logro se crean oportunidades para dar servicio a otros modelos de molinos.

Por otra parte, la Fundición y Maquinadora Excel, que desarrolla, fabrica y comercializa soluciones de optimización para las industrias minera y de agregados a la marca FLSmidth como Excel™ Piezas de Alto Rendimiento. Esto se alinea con nuestra estrategia de entregar la gama completa de productos.



## USA

Profesionales de la industria minera del oro, incluyendo ingenieros de proceso y sistemas, metalurgistas y personal de operaciones, asistieron al Seminario de Procesamiento de Oro impartido por FLSmidth el pasado mes de diciembre en Salt Lake City. El énfasis de los temas tratados estuvo puesto en la optimización del proceso, la recuperación y fiabilidad de la planta. Los asistentes compartieron sus impresiones y discutieron en detalle temas relacionados con los trabajos de pruebas, recuperación por gravedad, lixiviación, adsorción, elución, refinación, entre otros.

Se analizaron los procesos prácticos y principios operacionales que afectan la recuperación del oro y las eficiencias en la operación. Los clientes también conocieron el potencial del proceso de Lixiviación Oxidativa Rápida de FLSmidth® ROL para minerales de baja ley y además disfrutaron las sesiones prácticas en nuestro Centro de Ensayos & Investigación de Minerales. Si desea información sobre los próximos seminarios, puede contactar a su representante regional de FLSmidth.

## Sudáfrica

El Alimentador Recuperador Buffalo está disponible ahora en diferentes tamaños entregando así una gama mucho más amplia de soluciones de productividad para dar respuesta a las necesidades específicas de cada cliente, ofreciendo soluciones modulares, a la medida, económicas y productivas para operaciones mineras de cualquier tamaño.

Los Alimentadores Recuperadores Búfalo recuperan las pilas de acopio y entregan el material ROM de la mina a una correa transportadora, un clasificador u otro equipo de procesamiento. Ahora los clientes podrán seleccionar el tamaño que mejor se ajuste a sus parámetros de operación y a diversas alturas de descarga y longitudes de plataformas de carga. El diseño modular también proporciona una óptima adaptabilidad a la operación del cliente además de plataformas y soportes reemplazables.





### Dinamarca

Cien estudiantes de administración de empresas y psicología con alto rendimiento académico visitaron FLSmidth bajo el marco del desafío de una semana enfocada en la innovación abierta. Los estudiantes pudieron trabajar con los colaboradores de FLSmidth en cuatro áreas de interés, incluyendo el intercambio con los clientes en áreas de innovación de servicios y digitalización y en cómo podemos apoyar a los proveedores para optimizar nuestra oferta de productos.

Al término de la semana, recibimos 13 propuestas fantásticas preparadas por los grupos de estudiantes, muchas de las cuales se espera implementar. Con este ejercicio se pudo hacer un diagnóstico de la organización, se documentó la forma en que nuestros líderes perciben la innovación en FLSmidth y nuestro deseo de involucrarnos o comprometernos con aliados externos.



### Arabia Saudita

Como una forma de fortalecer las relaciones con la minería en el pujante mercado de Arabia Saudita, FLSmidth ha abierto una nueva oficina en Al-Khobar, en la costa del Golfo de Arabia. Esta nueva oficina facilitará la entrega de asistencia y servicio a los clientes locales.

El gran sector minero de Arabia Saudita está dominado por la estatal "Ma'aden" que cuenta con importantes instalaciones productivas de aluminio, oro, fosfato, carbón, zinc y cobre. Dentro de la "Visión Saudita para 2030" se ha identificado a la minería como un área clave de crecimiento y un elemento de contribución fundamental para la diversificación de la economía del Reino de Arabia Saudita.



### India

Utkal Alumina en Odisha, India, una refinería de clase mundial y subsidiaria de propiedad de Hindalco Industries, firmó un contrato con FLSmidth para la ejecución de una expansión a la refinería existente. El alcance del contrato incluye paquetes de molienda de bauxita, manejo de materiales, lavado de lodos, filtración de hidratos y calcinación con gases en suspensión en base a un contrato EPC (excluyendo las obras civiles). El diseño, ingeniería, fabricación, suministro y montaje de estas unidades también será realizado por FLSmidth.

Se espera que los nuevos productos reduzcan el consumo de energía, minimicen el impacto ambiental, gracias a una mayor recuperación cáustica, y reduzcan el tiempo de detención planificado y no planificado para la ejecución de mantenimientos predictivos y programadas.

### Australia

FLSmidth ha sido seleccionado para suministrar un horno rotatorio de cocción de ácidos para el Proyecto de Tierras Raras de la empresa Hastings Technology Metals (Hastings) Yangibana en Australia. FLSmidth diseñará y proveerá el horno y asistencia técnica para este componente esencial en el procesamiento de las tierras raras. Este tipo de hornos incorpora la mezcla de concentrado y el equipo de alimentación, dirige el gas de desecho a una instalación separada de depuración y proporciona un sistema de calentamiento caldeado con gas natural esencial para el procesamiento de las tierras raras.

Este es un negocio con importancia estratégica para FLSmidth y reconoce la solidez de la tecnología del procesamiento pirometalúrgico que puede ofrecer la compañía para el procesamiento de tierras raras y la producción de neodimio y praseodimio (NdPr), utilizadas ampliamente en los motores de los vehículos eléctricos (VE), turbinas eólicas de accionamiento directo, equipamiento médico IRM (Imágenes por Resonancia Magnética), y productos electrónicos de alta gama.



# REVOLUCIÓN DIGITAL

## Comprometidos con lo digital: **generar un impacto significativo**

**L**a tecnología no es la fuerza motora – es lo que lo posibilita. Y su proyecto de digitalización fallará a menos que establezca un común acuerdo para la definición de lo que significa la digitalización para su empresa. Estas son algunas de las lecciones ofrecidas por el Ejecutivo Jefe de Digitalización de FLSmidth quien considera que la digitalización es el próximo paso lógico para la industria minera. En esta columna él comparte sus reflexiones sobre cómo abordar la digitalización.

A menos que usted haya estado escondido bajo tierra en la mina por años, la digitalización ya ha impactado su vida privada. La combinación de computadores, teléfonos inteligentes y la internet, ha cambiado la forma en que interactuamos con nuestros amigos y familia y ha cambiado también nuestro comportamiento como consumidores. Ahora, la digitalización está cambiando la forma en que hacemos negocios, y la industria minera está en muy buena posición para sacar el mejor provecho de las oportunidades que se abren.

“Las empresas mineras no comienzan con una hoja en blanco en esta área. La mayoría de ellas ha estado trabajando con automatización por años, por lo tanto, ya tienen los activos que les permiten utilizar la digitalización”, dice Mikael Lindholm, Chief Digital Officer CDO. En esta entrevista comparte algunas reflexiones para ayudar a las empresas de la industria minera a unirse a la revolución digital.

**P: ¿Cuál es el primer paso para introducir la digitalización en la minería?**

**ML:** Primero, necesitas acordar internamente lo que quieres decir cuando dices que quieres ser “más digital”. El primer paso es decidir lo que significa la digitalización para tu empresa y las demás partes interesadas. Es un término tan amplio que muchos proyectos fracasan porque no existe una definición común.

Cuando tienes la definición, es necesario observar los valores que mueven tu organización y decidir en cuáles quieres enfocarte. Por ejemplo, uno de nuestros valores fundamentales es la experiencia del cliente. ¿Cómo podemos crear la forma óptima para que nuestros clientes se comprometan con nosotros? Y ¿cómo podemos usar la digitalización para acelerar

y mejorar ese compromiso? Pero la digitalización no es el único impulsor – y tal vez ni siquiera sea el más importante -de este proceso. Pero es parte de él y una vez que se analice cada paso, determinaremos en detalle de qué forma la tecnología lo puede fortalecer. La tecnología no es la fuerza motora, es la que lo posibilita.

**P: ¿Cuáles son los principales factores impulsores de la digitalización en la industria minera?**

**ML:** Mejoramiento del proceso. La digitalización está acelerando este proceso permanente de mejorar la productividad. La automatización es tan importante en esta industria que los términos como mantenimiento predictivo y programado no son algo nuevo, sólo se están mejorando porque suministramos los equipos con más y mejores sensores que pueden ser leídos y analizados en forma remota. La mayor parte de los ahorros conseguidos por los clientes será en la mantención de la operación, pero los beneficios van mucho más allá de eso.

El otro impulsor importante es la sustentabilidad. Podemos usar herramientas digitales para mejorar la gestión del agua, de los desechos y la energía y ayudar a que las minas no sólo cumplan las legislaciones locales, sino que trabajen activamente en favor de la sustentabilidad. Esto es extremadamente importante porque la minería tiene un gran impacto ambiental, pero, nuevamente, esto se trata de considerar la tecnología como un elemento facilitador, no la fuerza motora.

Para crear valor realmente – ya sea aumentando la productividad o impulsando la sustentabilidad – es necesario mirar el proceso de principio a fin e integrar la cadena de valor en su totalidad, identificar en qué lugar se crea el mayor valor para las partes interesadas y qué procesos tienen el mayor impacto sobre los resultados netos. ¿En abastecimiento, en la calidad de los productos, los activos de valor en el inventario, o la logística? Existen herramientas digitales para casi todos y cada uno de los procesos, pero no puedes hacer todo de una sola vez, a menos que tengas recursos ilimitados. Es necesario asegurarse de que los proyectos iniciales tengan impacto y estén alineados con la estrategia de negocio.





#### **SOBRE MIKAEL LINDHOLM**

Mikael Lindholm, Chief Digital Officer (CDO) en FLSmidth. Un creador, planificador, desarrollador e integrador de dirección estratégica con gran experiencia. Mikael ha trabajado al frente de la digitalización dentro de la IoT global desde mediados del 2000. Antes de unirse a FLSmidth era el VP de IoT Asia en Telenor. Su experiencia anterior incluye conocimiento experto práctico de la industria de servicios y fabricación tradicional tanto a nivel estratégico como operacional.

## PRODUCTIVIDAD DIGITAL TRES TENDENCIAS QUE HAY QUE MONITOREAR



### **LA INTERNET DE LAS COSAS (IOT)**

– una red de aparatos, vehículos, maquinarias, electrodomésticos y otros objetos que contienen elementos electrónicos, software y sensores que se pueden conectar en línea y comunicarse datos entre ellos. Esta capacidad de comunicarse y responder a los datos permite su integración a sistemas computacionales que pueden controlarlos y monitorearlos en forma remota a través de la red. En la minería la IoT ya se utiliza y es la base para la mantención predictiva. Se espera que el uso de la IoT en esta industria aumente en los años venideros.



### Un **GEMELO DIGITAL**

es una representación virtual de un objeto físico o sistema a través de su ciclo de vida que utiliza datos en tiempo real que le permiten comprender, aprender y razonar. Con esto se puede crear un gemelo digital de cada máquina en el proceso minero para simular el proceso completo de la automatización - incluyendo el efecto sobre el equipo B y C cuando se ajusta la configuración del equipo A. Cuando se une a la inteligencia artificial (IA) los computadores, pueden simular un número ilimitado de escenarios y elegir la combinación óptima.



### **REALIDAD AUMENTADA (AR)**

se refiere a la creación de una versión mejorada de la realidad que se crea por medio de tecnología que sobrepone información digital sobre un espacio o imagen de la vida real cuando se mira a través de un aparato específico, como es el caso de una cámara de un teléfono inteligente o anteojos digitales. Cuando se usa junto con la Fabricación Aditiva o la impresión 3D, la realidad aumentada (AR) puede usarse de diversas formas, por ejemplo, en la capacitación de los trabajadores, para reducir la mano de obra o ahorrar tiempo en el transporte de repuestos.



**Para crear valor realmente – ya sea aumentando la productividad o impulsando la sustentabilidad – es necesario mirar el proceso de principio a fin e integrar la cadena de valor en su totalidad”.**

**MIKAEL LINDHOLM**

CHIEF DIGITAL OFFICER  
(CDO)

**P: ¿Cuál es la tecnología más importante en la que debería concentrarse la industria minera?**

ML: Me gustaría tener la fórmula mágica, pero no existe. Es necesario poner el foco en la tecnología que da soporte a sus procesos. Por supuesto que existen algunas tendencias tecnológicas que creo que van a tener un impacto importante en la industria minera.

La Internet de las Cosas (IoT) ha estado rondando por un tiempo y su efecto y ventajas se están haciendo cada vez más visibles y más fáciles de conseguir. La IoT se produce cuando conectamos todos los productos a internet y los podemos controlar en forma remota – es el cimiento de la mantención predictiva y otro de los beneficios que la digitalización nos pone al alcance de la mano.

El gemelo digital es otra tendencia a la que hay que prestar atención. En este caso se crea un gemelo virtual de cada uno de los equipos del proceso lo que significa que puedes simular todo el proceso de automatización incluyendo el efecto sobre el equipo B y C cuando ajustes la configuración del equipo A. Cuando combinas esta tecnología con el aprendizaje automático o distintos grados de inteligencia artificial, tienes una base sólida para un aumento importante en la productividad porque los computadores pueden simular una cantidad ilimitada de escenarios. Esto puede crear un impacto muy interesante en todas las cosas, desde la longevidad de los productos, el uso de la energía y – muy probablemente - un montón de otras cosas que hoy ni siquiera logramos imaginar.

Además, creo que también hay que estar pendiente del desarrollo de la Realidad Aumentada (AR) que utiliza anteojos que mezclan la realidad con imágenes computacionales e impresión 3D. Como las minas generalmente están ubicadas en lugares apartados, estas dos tecnologías podrían reducir la necesidad de fuerza laboral y ahorrar un tiempo precioso en el transporte de repuestos.

**P: ¿Qué requiere la transformación digital de parte de la gerencia y los trabajadores?**

ML: La digitalización se trata de las personas, los procesos y la tecnología. En ese orden. Todo cambio comienza por las personas y debemos reconocer que las personas trabajan de distinta manera unas de otras y les atraen cosas distintas. El aspecto de la sustentabilidad ayudará a capturar la atención del talento más joven para la industria y como la tecnología abre la posibilidad de realizar cada vez más trabajo en forma remota, tendremos una base de talento mucho más amplia a disposición de la industria. Entre los Millennials – los nacidos entre 1981 y 1996 – el 62% quiere trabajar para una empresa que tenga un impacto positivo, y la mitad de ellos prefieren un trabajo con sentido más que un sueldo alto, de acuerdo con una investigación realizada por la consultora Global Tolerance. Así entonces, para atraer a los próximos talentos y sus nuevas

habilidades, la industria necesita considerar aspectos más allá de los recursos humanos, como es el caso de la reducción de la contaminación, asegurar una cadena de suministro transparente y que las soluciones para los relaves sean ecológicamente sustentables.

Todos los trabajadores necesitan recibir capacitación, pero cuando uno se enfoca en los procesos más que en la tecnología misma, algunos reticentes tendrán una disposición más abierta a los beneficios del cambio. Luego, también existen algunos aspectos fundamentales o básicos que se deben cumplir. Los trabajadores deben ser realmente disciplinados con el manejo de los datos, porque si las personas y las máquinas no recopilan y comparten los datos correctos, no se podrá comparar los datos entre las máquinas y entre mina y mina y así entonces se puede malograr una de las grandes ventajas de la digitalización.

Como ocurre con cualquier otro proceso de cambio, la dirección de la compañía debe ser partícipe. Liderar una transformación como ésta no es un proyecto menor. Es una decisión de la dirección superior de la empresa y necesita, por lo tanto, que la dirección superior se comprometa también. Es un proceso de abajo hacia arriba también porque muchas de las iniciativas surgirán de los sitios o faenas donde las personas enfrentan los desafíos, pero sin un gobierno corporativo desde la jerarquía superior de la empresa sólo será un número de proyectos individuales sin ninguna coherencia.

**P: ¿Algún último consejo?**

ML: Tener una mente abierta. En FLSmidth somos afortunados por contar con una importante herencia basada en 136 años de experiencia, pero todavía necesitamos someter nuestros procesos a análisis y buscar no sólo la forma de mejorarlos, sino que tratar de imaginar cómo nos gustaría que fueran si tuviéramos que diseñarlos desde cero para el mañana.

También reconocemos que el éxito no llegará desde adentro, y esa es la razón por la que estamos muy dispuestos a hacer alianzas con los mejores jugadores del ecosistema. Eso incluye a nuestros clientes, nuestros proveedores y nuestros aliados de otras industrias. Se escuchan muchas cosas sobre la digitalización, y todos pueden hacer magia en una presentación en PowerPoint. Pero las cosas se demuestran con hechos, así es que mi último consejo es trabajar con alguien que tenga un historial comprobado. ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

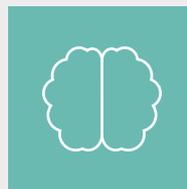
**MIKAEL LINDHOLM, EJECUTIVO JEFE DE DIGITALIZACIÓN (CDO)**

✉ MIKAEL.LINDHOLM@FLSMIDTH.COM



### **AUTOMATICE SU PATIO DE ACOPIO Y MEJORE SU RENDIMIENTO GLOBAL**

En la siderúrgica australiana BlueScope Steel Limited buscaban una solución para automatizar el patio de acopio y reducir los costos operacionales, maximizar la utilización del área del patio y potenciar la capacidad de procesamiento del material recuperado. Después de la implementación del sistema de control sin tripulación BulkExpert™ de FLSmidth en los dos apiladores del patio de acopio, han podido automatizar completamente su patio y actualizar constantemente y en tiempo real la información del inventario del área. BlueScope ha podido casi duplicar la capacidad de recuperación de 10-12.000 a 19.000 tpd gracias al sistema BulkExpert™ que utiliza modelamiento matemático avanzado para predecir el patrón de apilado. Esto asegura el máximo aprovechamiento del área y ayuda a reducir la segregación del material. Los clientes que usan el sistema BulkExpert™ pueden también definir patrones de apilados especiales y específicos para cada sitio, además de tener la posibilidad de realizar mezclas dentro del patio de acopio operando dos recuperadores en una misma correa. La capacidad de simulación también ayuda a predecir cómo se apilarán y recuperarán las siguientes pilas de material.



### **REDUCCIÓN DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO DEL MOLINO SAG Y MENOR DESGASTE DE REVESTIMIENTOS**

Los Molinos SAG pueden ser criaturas muy temperamentales. Pero si se usa una solución digital, la carga del molino puede ajustarse automáticamente reduciendo el impacto de acero con acero lo que resulta en un menor consumo de energía y mayor producción. Un software inteligente analiza los patrones y ajusta la alimentación, la velocidad y la densidad de la pulpa para lograr la máxima eficiencia y disminuir el consumo de energía, reducir los impactos críticos y preservar la vida del revestimiento. ¿Cómo funciona? El nuevo sistema SAGwise™, diseñado para el control total del proceso, utiliza sensores acústicos y un software propio registrado que predice y ajusta la operación del molino SAG. Los sensores acústicos aseguran ajustes regulares y precisos a la carga del molino. En tan sólo segundos, el sistema SAGwise puede analizar las frecuencias de audio y el consumo de potencia dentro del molino, el peso y la presión del cojinete. De esta forma puede tomar las acciones correctivas si es necesario y ajustar parámetros como la tasa de alimentación del mineral, la velocidad del molino o la densidad de la pulpa. Los resultados de las pruebas muestran que estos ajustes reducen el daño a los revestimientos en hasta un 40%, lo que finalmente resulta en un aumento de producción del 6%, la reducción de hasta un 30% de la variabilidad del proceso y menor consumo de energía de hasta un 6%.

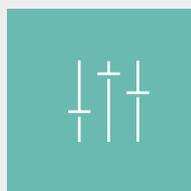
## **La digitalización para potenciar la productividad**

**Lo digital está dando frutos. Alrededor del mundo las empresas mineras están pudiendo observar con mayor frecuencia cada vez los beneficios de la digitalización en sus operaciones diarias y en sus resultados netos. Estos son sólo algunos ejemplos:**



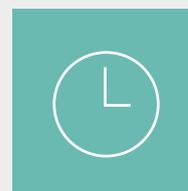
### **OPTIMIZACIÓN DEL CIRCUITO CERRADO DE MOLIENDA**

El monitoreo de condiciones, que es el proceso proactivo de evaluación del estado del equipo, está siendo adoptado por la industria minera en forma cada vez más creciente. SmartCyclone® es una de las herramientas que ya está disponible en esta área. Este sistema de monitoreo de condición y optimización del proceso de hidrociclones incluye sensores inalámbricos para la detección de desgaste y del efecto cuerda, combinados con sensores de proceso. Los sensores miden con precisión la eficiencia operacional tanto de los ciclones individuales como de todo el circuito, incluyendo los datos del efecto cuerda y desgaste. Los sensores del ciclón y los algoritmos de control ayudan a indicar el estado funcional de éste, monitoreando las condiciones del flujo de pulpa de cada uno para optimizar el tamaño de partículas en el proceso aguas abajo. Esta distribución de tamaño de partícula tiene un efecto directo sobre la eficiencia de los procesos que siguen, como es el caso de la flotación.



### **MITIGACIÓN DE RIESGOS, PROBLEMAS ATENDIDOS RÁPIDAMENTE**

Cada vez con mayor frecuencia los sitios mineros están mejorando el rendimiento de la planta a través del uso del monitoreo remoto de los equipos. Un ejemplo de ello es el Contrato de Servicio PlantLine™. Esto funciona como una alianza entre nuestros clientes y FLSmidth por la cual optimizamos en forma proactiva el rendimiento de la planta a través del monitoreo remoto y continuo y por medio de ajustes a diversos parámetros del equipo. Cuando realmente surge un problema, nuestra capacidad de respuesta oportuna reduce de manera importante, e incluso elimina, el tiempo de inactividad del equipo. El servicio PlantLine es una combinación de soporte en línea con apoyo en terreno y capacitación del personal. Incluso si la solución requiere de soporte en terreno, así siempre podemos diagnosticar el problema en línea, lo que significa que no hay que esperar horas o días para arreglarlo.

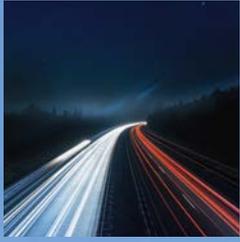


### **MAXIMIZACIÓN DE LA VIDA DEL FILTRO, REDUCCIÓN DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO**

La vida útil del filtro tiene un final. La mejor práctica que existe actualmente es reemplazar la tela del filtro mucho antes de alcanzar el límite de su duración para evitar que falle antes de la mantención programada. El sistema IntelliPlate detecta, localiza y le advierte cuando algún sólido produce alguna rotura maximizando así la vida de la tela y aumentando su disponibilidad y productividad. El IntelliPlate establece un algoritmo especial con límites superiores e inferiores ajustados de acuerdo con las características de la pulpa. Si una tela del filtro deja pasar sólidos al líquido filtrado, los sólidos deberán pasar por la compuerta donde hay un sensor. Si la proporción de sólidos excede el límite establecido, se gatillará una alarma y el operador podrá identificar rápidamente la posición en la pila de placas y abordar la placa del filtro específica donde se produjo la falla del medio de filtración.



## TEMA MINERALES PARA BATERÍAS



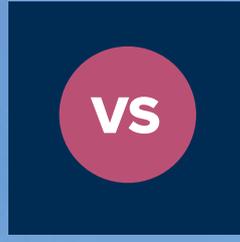
### 18 PROBANDO EL METAL RESPONSABLE DE LA REVOLUCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

En los últimos tres años la creciente demanda de vehículos eléctricos ha hecho que las restricciones o reparos existentes para el suministro de los materiales requeridos se transformen en una preocupación. Michael Giblin, Analista de S&P examina las fuerzas en juego.



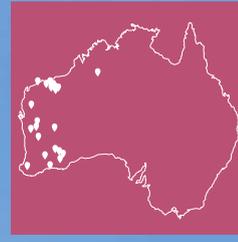
### 22 CÓMO LLEVAR LA DELANTERA EN EL LITIO

Con los precios actuales todavía altos, los productores de litio saben que la rapidez de acción es la prioridad número uno si quieren obtener los mayores beneficios de la oportunidad que se abre hoy. Tener un aliado con experiencia puede ser crucial.



### 24 HORNO VS. CALCINADOR FLASH

Conozca la visión de un experto en los fundamentos de las tecnologías del horno y el calcinador flash aplicados a la extracción del litio.



### 28 LA REGIÓN QUE ESTÁ POTENCIANDO EL CAMINO HACIA EL LITIO

Australia Occidental (WA) se ha ubicado a la vanguardia de la producción del litio gracias a cuatro minas en operación. Existen otras tres programadas en el futuro cercano.



### 30 COBALTO LIMPIO

El cobalto es un tema siempre presente y que trae mucha materia para discutir. Con una demanda que se duplicará para el año 2020, ¿cuáles son las posibilidades de conseguir cobalto limpio?



# MINERALES PARA BATERÍAS... CARGANDO





# PROBANDO EL METAL RESPONSABLE DE LA REVOLUCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

El interés crece cada vez más. En los últimos 15 a 20 años hemos visto un progreso significativo en la tecnología de las baterías debido a la creciente demanda de energía para los productos electrónicos portátiles de uso personal y la mayor adopción de generación de energías renovables alternativas. En los últimos tres años la creciente demanda de vehículos eléctricos ha hecho que las restricciones o reparos existentes para el suministro de los materiales requeridos se transformen en una preocupación.

POR MICHAEL GIBLIN,  
ANALISTA DE S&P INTELIGENCIA  
DE MERCADO GLOBAL

**D**esde el año 2010 el crecimiento del mercado de vehículos eléctricos (VE) ha sido permanente en todo el mundo y en cuanto la tecnología fue adoptada y promovida en China, la tasa de crecimiento ha comenzado a aumentar exponencialmente. Este auge, así como los avances de la tecnología en el desarrollo de baterías de níquel-manganeso-cobalto, o NMC, y níquel-cobalto-aluminio, NCA, y su entusiasta aplicación en el tren motor de los VE, ha significado un incremento inmenso, específicamente en la demanda de cobalto.

### Los productos electrónicos están potenciando el mercado del cobalto

El cobalto ha experimentado cambios muy profundos en la dinámica de suministro/demanda pues es mucho menos abundante que los otros componentes principales de las baterías. El hierro, níquel y manganeso son los componentes principales en la fabricación del acero – y la industria siderúrgica lidera la demanda de estos metales. El cobalto, sin embargo, sólo se usa en pequeñas cantidades en los productos metalúrgicos, que hasta hace poco era el mayor usuario final de este mineral.

La demanda de cobalto para la fabricación de baterías ha aumentado en la última década debido a la demanda de sistemas electrónicos. Con el gran aumento de la preferencia por VE en Asia, Europa y Norteamérica y la política del gobierno de China de estimular la adopción de las baterías NMC, la demanda y el precio del cobalto se elevaron en el 2016.

El cobalto se utiliza para mejorar la estabilidad de las baterías y aumentar la potencia de salida de la celda. A diferencia del litio o el níquel, el cobalto es pocas veces el producto principal de una operación, por lo tanto, el suministro del cobalto extraído ha dependido generalmente del mercado existente para el producto principal de la mina – generalmente cobre o níquel. La mayoría de las minas que producen cobalto como un subproducto son depósitos de sulfuro de níquel o limonita, geográficamente muy dispersos.

Sin embargo, el cinturón de cobre de la República Democrática del Congo, o RDC, es único en el mundo por sus depósitos de cobre-cobalto. La concentración de cobalto en los minerales extraídos en el cinturón de cobre de la RDC supera grandemente a cualquier otra en el mundo.

A pesar de existir relativamente pocos productores de cobalto, la RDC concentra la mitad de la producción global, la que se estima aumentará importantemente durante los próximos años.

Los informes sobre niños que trabajan en las minas artesanales han elevado cuestionamientos sobre el abastecimiento ético del cobalto. El trabajo infantil en las minas artesanales es una gran preocupación para los usuarios finales de los productos que contienen cobalto y ha aumentado el examen detallado de las cadenas de suministro del mineral, desde las minas artesanales hasta las refinerías por medio de agentes e intermediarios y de los proveedores en general. Sin embargo, la gran mayoría de la minería del cobalto en la RDC la realizan empresas multinacionales a través de operaciones industriales de gran envergadura.

Se espera que el suministro de cobalto – y cobre- aumente significativamente en la RDC por el impulso de las grandes instalaciones industriales. También se estima que la actividad artesanal aumentará dada la demanda existente de los comerciantes para la compra de heterogénea, un mineral del óxido de cobalto que se exporta frecuentemente a China.

### La creciente demanda de litio

El metal común en la tecnología actual de las baterías Li-ion es el litio. Los iones de litio se mueven desde el ánodo al cátodo durante el uso produciendo así la carga. Tres países latinoamericanos concentran la mayor parte de las reservas mundiales de litio, Bolivia, Argentina y Chile, seguidos por Australia y China.

Actualmente Australia es el mayor proveedor de litio en el mundo con una producción obtenida de la minería de roca dura para la obtención de espodumeno derivado de las pegmatitas. Aunque la mayoría de las operaciones existentes en Australia producen concentrado de espodumeno, también se exporta el mineral sin procesar directamente a Asia. Recientemente ha habido algunos llamados para desarrollar un centro de procesamiento de productos para baterías en forma local de manera de agregar valor a estos productos de litio antes de ser exportados.

La mayoría de las reservas de litio se encuentran en América Latina, la producción en esta región se obtiene principalmente a través de las salmueras de los lagos salados o salares. El crecimiento del suministro en la región ha decaído,

## PRODUCCIÓN MUNDIAL DE COBALTO, PAÍSES TOP 10



CONGO (DRC) 49.6%



AUSTRALIA 17 %



OTROS 7.9%



CUBA 7.1%



FILIPINAS 4.0%



ZAMBIA 3.8%



CANADÁ 3.5%



RUSIA 3.5%



MADAGASCAR 2.1%



PAPÚA NUEVA GUINEA 0.7%

Fuente: Principales Reservas de Cobalto por País, Investing News, 2018



# TEMA MINERALES PARA BATERÍAS



pero esto podría posiblemente cambiar en los próximos años gracias a las actividades de los grandes productores de salmuera de litio en la región, SQM y Albemarle.

Bolivia, que alberga las mayores reservas del mundo, no tiene aún ningún proyecto productivo. Existen unos 39 millones de toneladas de óxido de litio en un solo depósito, el Salar de Uyuni. Se está trabajando para poner esta fuente de mineral en producción.

## ¿Sulfato de níquel como producto final?

El níquel es usado ampliamente en el diseño de la actual generación de baterías, y un mayor contenido de níquel permite una mayor densidad de energía. Aumentar el contenido de níquel en las baterías NMC -y reducir el contenido de cobalto- ha sido una prioridad en el diseño para los fabricantes. Aunque una mayor densidad de energía es beneficiosa para aumentar la gama de un VE, el aumento del contenido de níquel en las baterías reduce su estabilidad. El lanzamiento de las baterías NMC811 con ocho partes de níquel, una parte de manganeso y una parte de cobalto en nuevos modelos de VE ha sido retrasado por algunos fabricantes para el año 2019.

Como el uso del níquel se concentra principalmente en la fabricación de acero y aleaciones, los requerimientos provenientes del mercado de las baterías han tenido poco impacto en el panorama de la oferta/demanda en los últimos años. Aunque continúe siendo un componente menor de la demanda general, sólo un 50% de la producción de níquel se hace en una forma que se pueda utilizar en aplicaciones para la fabricación de baterías. Lo que es seguro, la demanda continuará aumentando en forma importante en los próximos años.

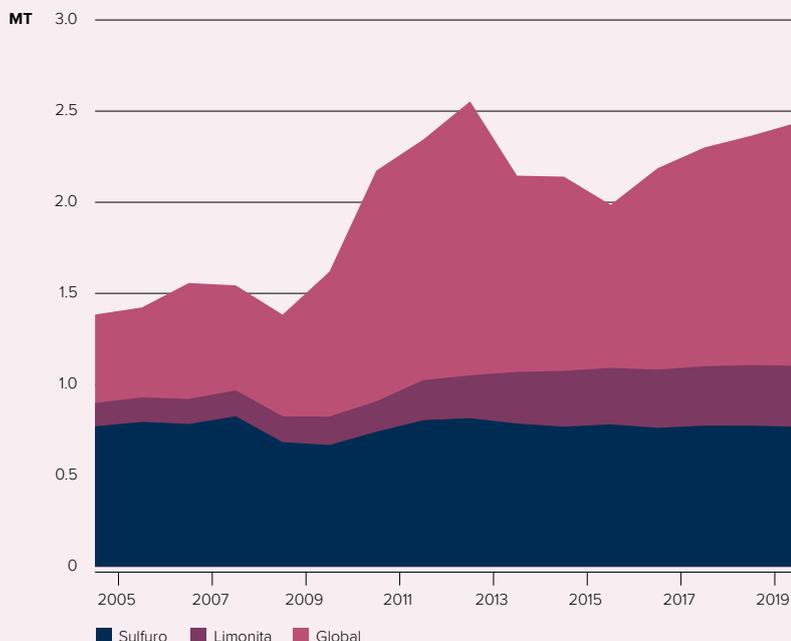
El suministro de níquel para uso en baterías se divide en dos categorías: sulfuro y limonita. Los depósitos de sulfuro de níquel son los más grandes de los dos. Sin embargo, han experimentado un descenso gradual de la producción y existen pocos depósitos nuevos que puedan reemplazar a los antiguos y ya agotados. Los depósitos de limonita constituyen cerca del 15% del suministro mundial y su producción está aumentando gradualmente. Para procesar el mineral de este tipo de depósitos se requiere de la tecnología de lixiviación a alta presión o HPAL. Este tipo de procesamiento es complejo de manejar debido al uso de altas presiones y altas temperaturas combinadas con elementos químicos corrosivos.

Han surgido algunas operaciones nuevas que utilizan la tecnología HPAL en el procesamiento del níquel e indican que pueden obtener sulfato de níquel como producto final junto con el sulfato de cobalto. Estos sulfatos son un suministro ideal para los fabricantes de baterías. Aunque el sulfato de cobalto no pareciera requerir un sobreprecio, el sulfato de níquel sí, lo que pone a estos proyectos en un punto ventajoso con respecto de los productores tradicionales de sulfatos.

## Desarrollos actuales en tecnología de baterías

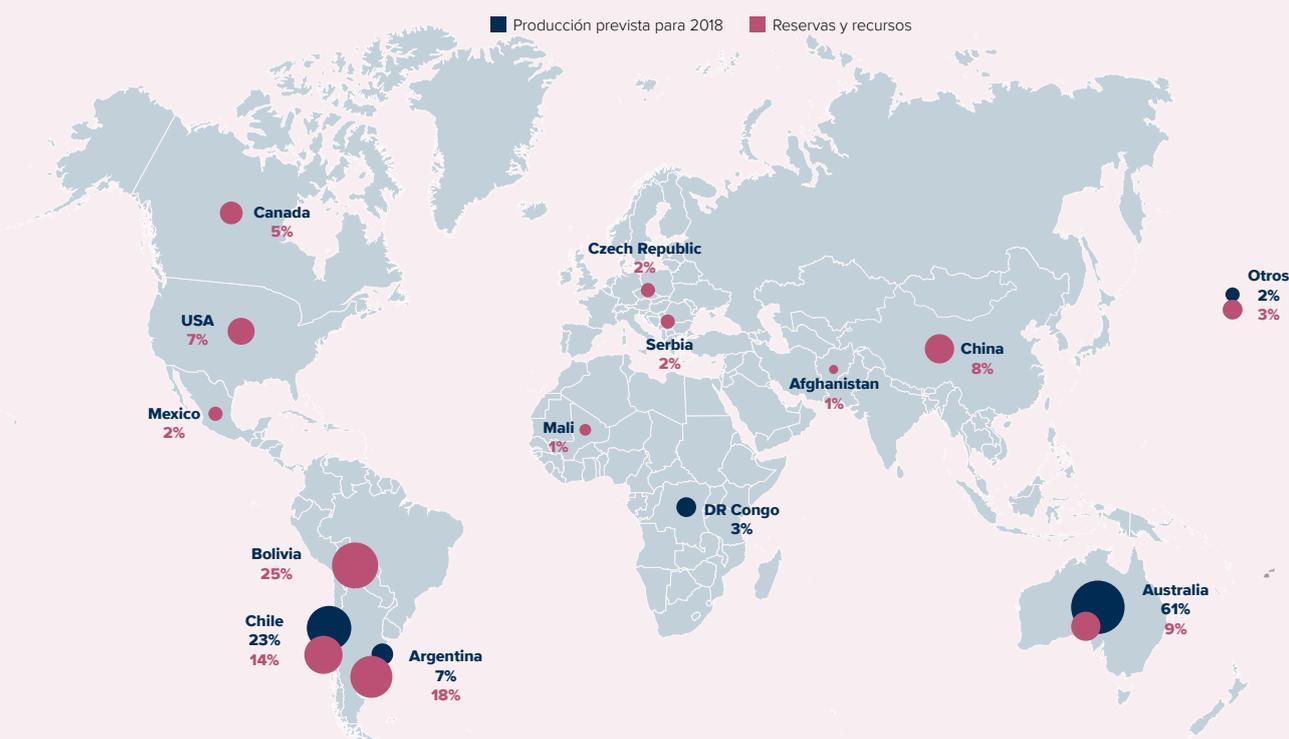
Los riesgos presentes en la cadena de suministro del cobalto, incluyendo los costos de los materiales y las inquietudes que surgen de su obtención, son un incentivo para continuar desarrollando la tecnología de las baterías. Las baterías NMC han atravesado por una cantidad de desarrollos desde su inicio y la reducción del contenido de cobalto es una idea que ronda desde hace tiempo. La igualdad de las proporciones de los metales en las primeras baterías NMC111 se cambió a las actuales NMC532 y NMC622, donde se ha reducido el contenido de cobalto y manganeso favoreciendo el de níquel, y actualmente la batería NMC811 está en el proceso de ser distribuida comercialmente. Las baterías NCA que se usan en los vehículos Tesla utilizan una batería con contenido reducido de cobalto, como ha destacado Elon Musk en respuesta a las preocupaciones sobre los riesgos en la cadena de suministro del cobalto.

## SUMINISTRO MUNDIAL DE NÍQUEL 2005-2020 MOSTRANDO EL SUMINISTRO APTO PARA BATERÍAS DE SULFURO Y DEPÓSITOS DE LIMONITA



Datos al 8 de marzo de 2018.  
Fuente: S&P Global Market Intelligence

## PARTICIPACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, RESERVAS Y RECURSOS GLOBALES DE LITIO



Fuente: S&P Global Market Intelligence

### ¿Existen alternativas viables al cobalto contenido en las baterías Li-ion?

Hay otras tecnologías que todavía están entre bambalinas, o bien, todavía en etapa de desarrollo. Entre ellas podemos nombrar las baterías de titanato de litio o LTO. Cuando se discute sobre la tecnología de las baterías generalmente se hace en términos del níquel, cobalto u otro contenido metálico del cátodo. La diferencia entre las baterías LTO y las otras baterías Li-ion es que el ánodo se recubre con titanato de litio en lugar de grafito. Las baterías LTO han mostrado ciclos de vida mucho mayores y un proceso de carga muy rápido, además de ser más adecuadas para el uso en ambientes con bajas temperaturas. Sin embargo, las baterías LTO tienen ciertas desventajas cuando se comparan con las NMC en cuanto a la densidad de energía y producción de voltaje, lo que puede limitar su atractivo para una aplicación más masiva en los VE. Las baterías de fosfato hierro-litio o LFP eran los líderes iniciales para ser usadas en los VE. Recientemente, las baterías NMC se transformaron en la opción preferida para los NEV o Vehículos de Nueva Energía en China. Desde 2018 los reconocimientos han sido para los nuevos vehículos que utilizan baterías con mayores densidades de energía y para una gama más amplia de vehículos. En el futuro, las baterías LFP podrán combinarse con propiedades de las baterías LTO para obtener una batería ideal para ciertos usos específicos.

Las baterías LMO (óxido de manganeso de litio) han sido un pilar para la industria de los VE por varios años. Las baterías LMO ya casi no se usan solas, la tendencia es combinarlas con la tecnología de las baterías NMC. Así los fabricantes de vehículos aprovechan las mejores propiedades de ambas; sin embargo, los autos resultantes todavía no tienen el rango de conducción ofrecido por los VE que utilizan baterías NMC o NMA.

### Los avances en la tecnología podrían modificar la demanda de minerales

Se continúa investigando en otras tecnologías de baterías

como las baterías de estado sólido, litio-aire o litio-sulfuro, todas con menor dependencia de los metales más escasos. Sin embargo, estas tecnologías no han sido probadas comercialmente y es poco probable que lleguen a comercializarse en los próximos 10 años.

Han surgido muchas preguntas sobre si las restricciones en los materiales afectarán el suministro y demanda futura de los VE. El aumento del suministro de cobalto en los próximos años (se espera un 12% CAGR al 2021), la habilidad y los planes para aumentar la capacidad y producción tanto de los procesos de roca dura y salmuera de litio y el relativamente escaso efecto de la demanda de baterías sobre el mercado total del níquel, indican que las restricciones o reparos en el suministro se podrán manejar favorablemente en el corto plazo.

Existe una gran variedad de tecnologías de baterías de largo plazo y tal vez adecuadas para diferentes tipos de aplicaciones, por ejemplo, transporte público versus vehículos particulares, vehículos comerciales de gran tamaño versus de dos ruedas, o productos electrónicos para uso personal versus almacenamiento en la red nacional de energía eléctrica. La variabilidad de la tecnología de las baterías permite a los fabricantes seleccionar los diseños que mejor se ajusten a su producto específico, lo que significa que tal vez en el futuro no exista un tipo de batería que sirva para todo.

Los diseñadores de productos basarán sus decisiones en el costo, duración, densidad de energía y tiempo de carga de las baterías. Aunque la gestión del riesgo de suministro y el funcionamiento de la tecnología serán temas que las empresas mineras y los fabricantes de los productos para uso final tendrán que investigar, no serán un obstáculo para continuar desarrollando y adoptando soluciones de almacenamiento de energía móviles o estáticas. ■



Con el gran aumento del uso de VE en Asia, Europa y Norteamérica y la política del gobierno de China de estimular la utilización de las baterías NMC, la demanda y el precio del cobalto se elevaron en el 2016.





# CÓMO LIDERAR EL CAMPO DE BATALLA DEL LITIO

**El requerimiento mundial de baterías recargables principalmente impulsado por el creciente uso de vehículos eléctricos está también incrementando la demanda de litio. Actualmente los precios están altos, y para las compañías mineras la rapidez de acción es la prioridad número uno para aprovechar la oportunidad que se presenta hoy. La colaboración temprana y las pruebas realizadas con el proveedor de equipos ayudan a reducir los CAPEX y acelerar la entrada al mercado.**

**E**

stamos en el umbral de la era de los vehículos eléctricos. Los vehículos eléctricos necesitan baterías recargables y las baterías recargables necesitan litio de grado específico. A pesar de una pequeña caída este año, la demanda del litio a más que triplicado los precios del mineral en los últimos cinco años y de acuerdo con algunas fuentes como Stormcrow Capital and Benchmark Mineral Intelligence, la necesidad continuará aumentando en forma importante durante la próxima década.

Para la industria minera esto significa que se abre una ventana de oportunidad de generar ganancias con el litio. También existe el consenso en la industria de que esta oportunidad no durará para siempre.

“Hay una suerte de carrera contra el tiempo para que los proyectos tomen cuerpo y la velocidad para entrar al mercado está superando a todos los otros factores cuando hablamos con nuestros clientes sobre implementar instalaciones nuevas”, indica Mark Mulligan, Gerente de Línea de Procesos en FLSmidth.

### **Las pruebas adecuadas aceleran el proceso**

Una forma de apurar el proceso del diseño y puesta en marcha de una operación de litio es realizar los ensayos adecuados al material. “Algunas empresas mineras prefieren la vía convencional y acuden a laboratorios comerciales. Pero esas pruebas no son suficientes – especialmente en lo que respecta al piroproceso – debido al tipo de tecnología y el diseño de los equipos que se necesita para construir una planta de alto rendimiento”, señala Mulligan.

En sus centros de ensayos en Salt Lake City, Utah y Bethlehem, Pensilvania, ambos en USA, FLSmidth cuenta con las mejores instalaciones y capacidad para realizar ensayos para la obtención del litio a partir de salmueras o roca dura.

## DOS MÉTODOS BÁSICOS PARA EL LITIO – LA EVAPORACIÓN DE SALMUERA Y EL PROCESAMIENTO DE ROCA DURA



### Conversión de la salmuera de litio

La extracción de litio a partir de la salmuera requiere el bombeo de las aguas saladas a la superficie para ser posteriormente llevadas a lagunas de evaporación solar donde el proceso demora varios meses.

Cuando el cloruro de litio alcanza su concentración óptima en las lagunas de evaporación, es bombeado a una planta de recuperación donde se elimina el mineral no deseado por medio de procesos de extracción y filtración. El tratamiento con carbonato de sodio convierte el cloruro de litio en carbonato de litio que es luego filtrado y secado. Aunque los costos iniciales de la conversión de la salmuera pueden ser altos y el proceso en general es algo lento, los costos operacionales son normalmente bajos.



### Concentración de espodumeno

Generalmente los minerales de espodumeno se consolidan a partir de minerales que contienen 1–1,5% Li<sub>2</sub>O a una concentración de alrededor de 6–6,5% Li<sub>2</sub>O. Para lograrlo, el mineral pasa a través de una planta tipo concentradora, por las etapas de chancado y molienda, y luego por la separación por gravedad y medios densos de separación DMS, flotación y finalmente la deshidratación del concentrado. Aunque los costos iniciales de la concentración de espodumeno son más bajos y se requiere menos tiempo de procesamiento para obtener mayores cantidades de concentrado que con la conversión de la salmuera, los costos operacionales pueden ser mayores debido al costo de la extracción y el consumo de energía.

Las pruebas incluyen ensayos de minerales y piroproceso para diseñar una instalación con óptimas características.

“Con toda humildad lo digo, nuestras capacidades son impresionantes. Nuestros ingenieros conocen profundamente la industria y pueden ejecutar estas pruebas rápidamente. Basados en esas pruebas, diseñan el mejor diagrama de proceso, confeccionan el diseño y el plano de disposición de la planta. Cuando nuestros clientes nos consultan en las etapas tempranas del proyecto se puede agregar mucho valor al proceso. Mientras antes podamos empezar a cooperar, mayor rapidez se infunde al proyecto y el diseño se mejora sustancialmente. Esto también significa reducción de CAPEX y mayor rapidez para ingresar al mercado”, enfatiza Mulligan.

### Aportando experiencia en un campo nuevo

La industria del litio está dominada por cuatro importantes actores: Albemarle, SQM, FMC y Sichuan Tian-qi Lithium. La creciente demanda y el pronóstico para la próxima década han impulsado una expansión de las plantas de las compañías más importantes de la industria, así como también un gran incremento en el número de empresas nuevas que tratan de ganar terreno en el mercado. Como proveedor de la línea completa del proceso para las plantas de litio, FLSmidth experimenta esta demanda creciente tanto de sus clientes antiguos como de los nuevos.

“La industria del litio es una industria joven. No es como la del cobre o del oro, donde uno

encuentra personas con 40 años de experiencia. Es difícil atraer un grupo de talentos experimentados para que operen una planta de litio. Por ese motivo para reducir sus riesgos, nuestros clientes buscan aliados que cuenten con tecnología confiable y capacidad técnica que les pueda ayudar”, dice Mulligan.

A pesar de la corta edad de la industria, FLSmidth ya cuenta con más de 20 años de experiencia en hidroprocesamiento específico en plantas de litio. En el caso de los otros procesos, la empresa reproduce los equipos utilizados en otros productos y hace las modificaciones pertinentes para adaptarlos a las nuevas necesidades específicas.

“El litio es en muchas formas similar a las otras industrias en las que hemos trabajado por más de 130 años. Especialmente, debido a las pruebas y ensayos que realizamos, podemos hacer las modificaciones rápidamente y definir los parámetros de operación de los equipos que se necesitan para separar el litio de las impurezas”, dice.

### Eficiencia en el procesamiento

Para ayudar a nuestros clientes a acelerar el proceso, FLSmidth también mantiene una base de datos de los proyectos anteriores lo que permite a la empresa reproducir los diagramas de flujo y las configuraciones. Tal vez, y quizás más importante aún, le da a la empresa una mayor comprensión del funcionamiento del equipo bajo distintas circunstancias.

“Esto significa que ayudamos a los clientes a optimizar el uso del equipo y la producción.

Somos proveedores y aliados colaboradores de Albemarle y FMC y los hemos ayudado a eliminar los cuellos de botella para mejorar la calidad de los procesos en sus plantas. Nuestra base de datos también nos permite conocer los requerimientos de mantenimiento de nuestros equipos y así nuestros clientes pueden evitar las detenciones no programadas”, dice Mulligan.

Si habrá o no detenciones no planificadas antes de que ingresemos a la era de los vehículos eléctricos depende en parte de los investigadores que trabajan alrededor del mundo para incrementar la vida de las baterías. Actualmente no hay señales de que la demanda de litio vaya a reducirse durante la próxima década, y para Mulligan y FLSmidth esto significa una oportunidad de poder ayudar a nuestros clientes, antiguos y nuevos, a utilizar esta oportunidad que se abre.

“Las empresas que invierten en nuevos proyectos valorizan nuestra tecnología ya comprobada y el hecho de poder confiar en un aliado que puede suministrar las pruebas y ensayos, los equipos, el comisionamiento, y también el servicio y la mantención. Quienes ya son nuestros clientes, saben que con ello se reducen costos y riesgos y se facilita la ejecución del proyecto”, concluye. ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

**MARK MULLIGAN**

**GERENTE GLOBAL, INGENIERÍA DE PROCESOS**

✉ [MARK.MULLIGAN@FLSMIDTH.COM](mailto:MARK.MULLIGAN@FLSMIDTH.COM)



Q&A

DISCOVER INSIGHT

**HORNO**

VS

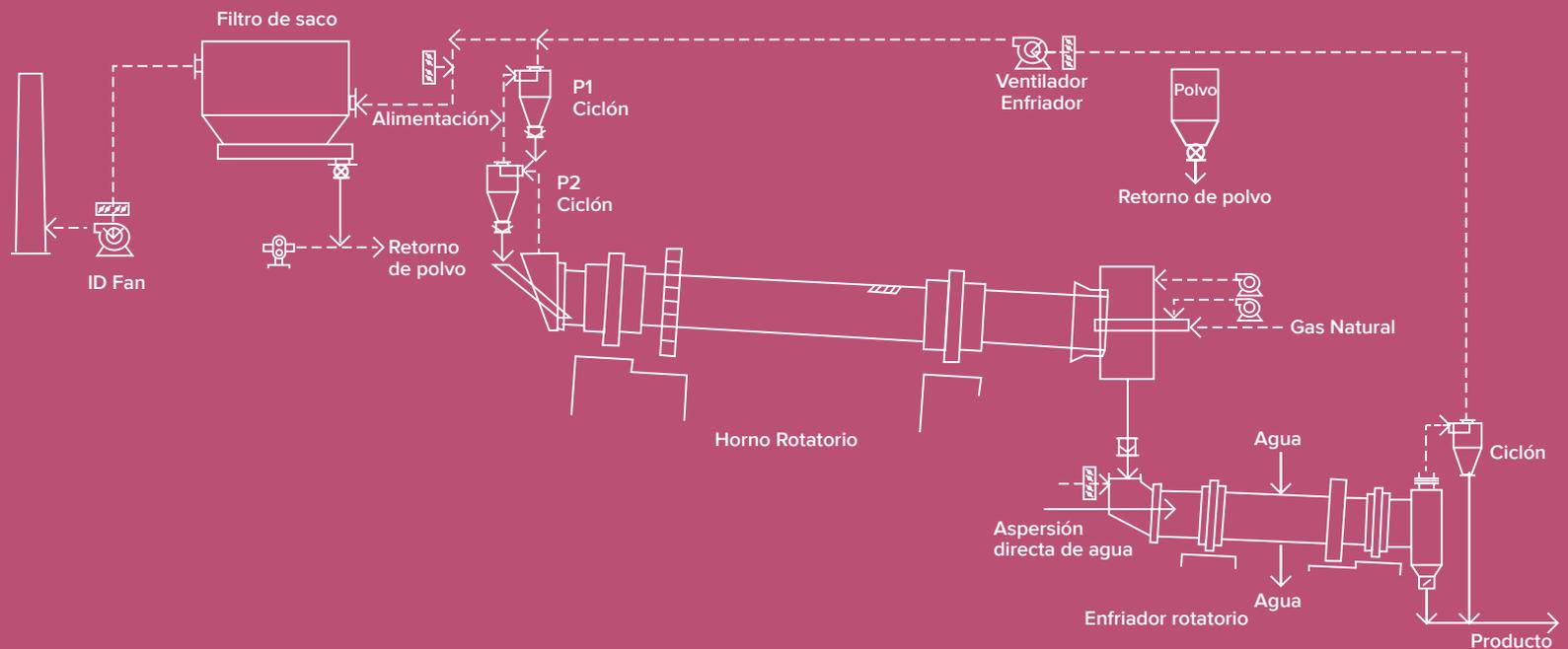
**CALCINADOR  
FLASH**



**TIMOTHY KYLE**  
Equipo de Pirotecnología,  
FLSmith

El experto en pirotecnología Timothy Kyle analiza el proceso de la extracción del litio y los factores que necesitan considerarse al elegir entre las tecnologías de un horno o un calcinador flash.

## CALCINACIÓN DE ESPODUMENO UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE UN HORNO ROTATORIO DE PRECALENTAMIENTO



### P: ¿Cuáles son los fundamentos de las tecnologías del horno y el calcinador flash aplicados a la extracción del litio?

TK: La capacidad de recuperar litio a partir del concentrado de espodumeno comienza con el proceso de convertir alfa espodumeno en beta espodumeno en el equipo de calcinación. Este proceso libera el litio contenido dentro del concentrado de espodumeno dejándolo disponible para la extracción después del proceso de tostación ácida (que produce sulfato de litio soluble). Sin la conversión adecuada, el litio permanece retenido dentro de la estructura del espodumeno.

Generalmente la conversión de la forma alfa a la beta se produce alrededor de los 1075°C con variaciones menores dependiendo de la materia prima. Esta temperatura de conversión se logra tanto en el sistema del horno rotatorio como en un calcinador de gas en suspensión, pero la clave en cada caso es el control fino de esa temperatura en el sistema de calcinación y el control del tiempo en la temperatura de conversión.

El otro factor clave es la aplicación de la tecnología correcta basada en la distribución del tamaño de partículas del concentrado de espodumeno. Ambas tecnologías funcionarán si están bien diseñadas y controladas, y en ese caso, hemos demostrado en forma consistente altas tasas de conversión, normalmente entre 95% a 99%.

### P: ¿Qué factores debería considerar un cliente cuando está comparando las tecnologías del horno versus las del calcinador flash? ¿Qué hace a una más adecuada que la otra?

TK: Tanto el horno rotatorio como el calcinador convierten efectivamente el espodumeno. La consideración fundamental sobre cuál de las dos formas de abordar el proceso es la mejor se refiere a la distribución del tamaño de partícula. El concentrado que se obtiene a través del proceso de separación por medios densos generalmente produce un tamaño de alimentación de 3mm hasta 12mm e incluso mayor. Esta distribución de tamaño de partículas es demasiado grande para un calcinador por gas en suspensión y, por lo tanto, en este caso un sistema de horno rotatorio es más adecuado para estos concentrados. Sin embargo, es posible que incluso con la distribución de tamaño de partículas adecuado algunos concentrados contengan minerales contaminantes u otras propiedades que afecten negativamente la fluidez o que eviten la conversión total de la forma alfa a forma beta, en cuyo caso, se puede usar también el horno. El sistema del horno produce un calentamiento gradual y tiempo de retención prolongado (normalmente ~30 minutos), necesarios para que se efectúe la conversión en las partículas de mayor tamaño.

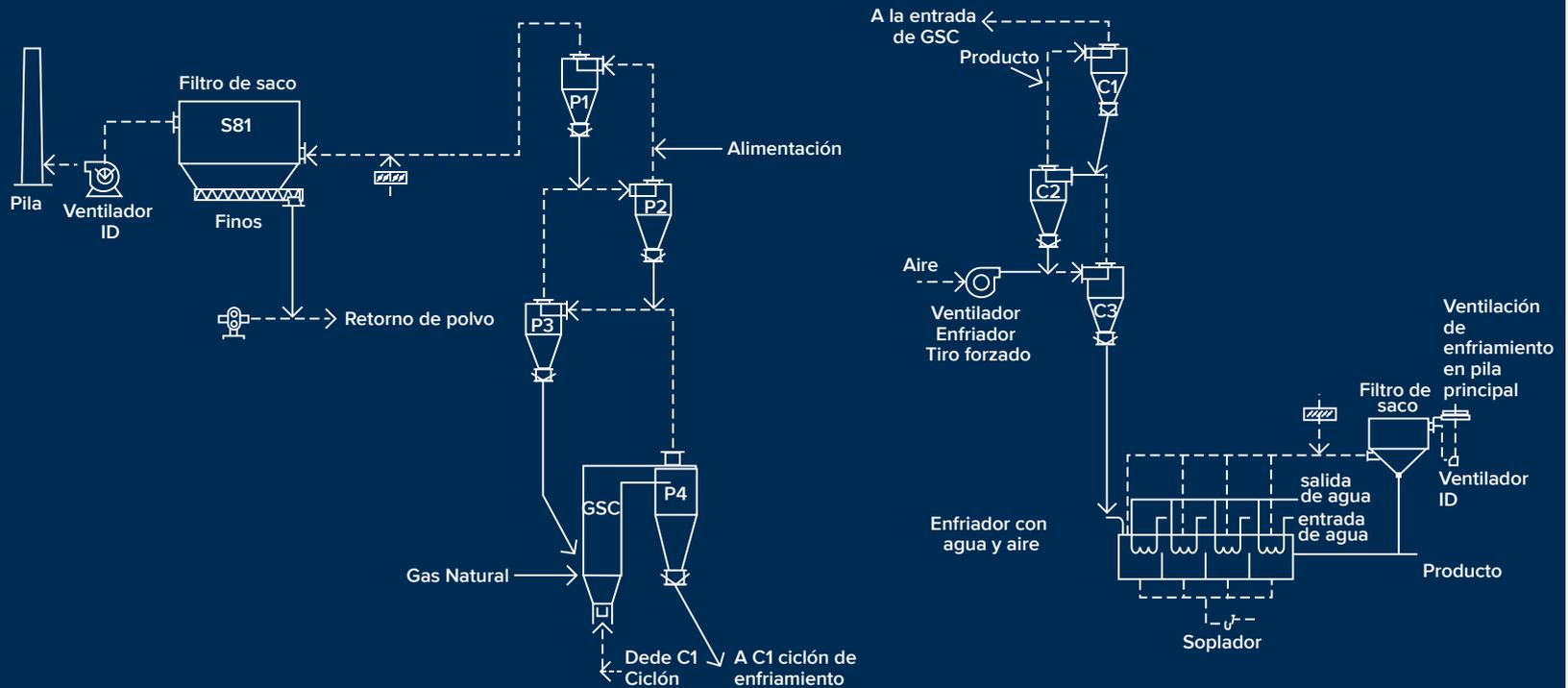
Por otra parte, un calcinador con gas en suspensión se ajusta mejor al concentrado de espodumeno que tiene una distribución de tamaño de partículas inferior a 1mm, lo que es común en concentrados producidos por medio del proceso de flotación. Como el tamaño de alimentación es muy pequeño, demora muy poco tiempo en calentar las partículas de menos de 1mm hasta alcanzar la temperatura de conversión y una vez que se alcanza, la conversión ocurre casi inmediatamente. Por





# TEMA MINERALES PARA BATERÍAS

## CALCINACIÓN DE ESPODUMENO UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE CALCINADOR DE GAS EN SUSPENSIÓN



lo tanto, a diferencia del proceso en el horno rotatorio, el tiempo de retención en el calcinador de gas en suspensión se produce en segundos y la conversión se logra igual.

### P: ¿Qué pasa con los concentrados que quedan en medio de los dos anteriores?

TK: En el caso de estos concentrados con una fracción importante de menos de 1mm y también una fracción importante por sobre 1mm, podemos abordarlos de diferentes maneras. Una forma es tamizar el concentrado y luego triturar la fracción de +1mm a menos de 1mm y usar un calcinador de gas en suspensión. Esto implica un paso de molienda al comienzo del proceso, pero permite una conversión térmica más eficiente.

En forma alternativa, podemos diseñar un sistema tipo horno rotatorio sin necesidad de molienda previa en una configuración adecuada para procesar la alimentación que contenga tanto partículas gruesas como finas. Esto se logra modificando el tamaño del horno para reducir las velocidades del gas y modificando también los ciclones del precalentador para lograr una mayor eficiencia, además de otros cambios para evitar la pérdida excesiva de polvo y recirculación de cargas. Entonces se transforma en un tema de determinar cuál de las formas de abordar el proceso es la más eficiente en términos de CAPEX y OPEX y lograr un consenso con el cliente.

### P: ¿Cómo es el proceso en la calcinación flash?

TK: En el caso de clientes que deben tratar específicamente minerales finos, diseñamos la tecnología del Calcinador de Gas en Suspensión (CGS) – y que hemos suministrado desde comienzos de los años 70. Consiste en una serie de ciclones de precalentamiento, un recipiente de calcinación y un grupo de ciclones de enfriamiento.

Se introduce aire caliente al sistema a través de un calentador externo de aire. Se incorpora la alimentación en el ciclón de precalentamiento de la etapa superior, arrastrada por los gases calientes y llevada a través de una serie de ciclones de precalentamiento, ingresa al recipiente del calcinador para la conversión final. Se inyecta combustible adicional directamente en el recipiente de calcinación para completar la conversión en segundos.

La mezcla por turbulencia de gases de combustión, combustible y el material produce un perfil de temperatura altamente uniforme en todo el calcinador. El mineral procesado y el gas pasan a través de varios ciclones de enfriamiento después de los cuales el mineral llega a un lecho fluidizado de enfriamiento para un control final de temperatura y el polvo se dirige a la cámara principal de los filtros de saco, después de lo cual se recupera y se vuelve a incorporar al proceso.

El número de etapas del sistema se diseña de acuerdo con los materiales que procesará el cliente, además de los requerimientos del proceso,

la optimización de la eficiencia térmica y la capacidad del sistema. Las ventajas clave del CSG (en comparación con el horno rotatorio) se relacionan con el bajo consumo de energía específica debido a la recuperación total del calor, bajos requerimientos de mantención porque no hay partes móviles, ocupa poco espacio y tiene un muy bajo consumo de energía.

#### **P: ¿Cómo es el proceso en la calcinación en el horno rotatorio?**

TK: Después de haber suministrado más de 6.000 hornos rotatorios durante nuestra historia, FLSmidth bien puede decir que es líder mundial, y en el caso de la conversión del espodumeno, nuestra aproximación probada y comprobada es aquella en que integramos de dos a tres etapas de ciclones de precalentamiento antes de la entrada del horno rotatorio, luego un horno rotatorio seguido de un enfriador rotatorio.

El concentrado húmedo de espodumeno (normalmente ~6% de humedad) alimenta a un ciclón en etapa de detención donde se seca para luego pasar a través de otro(s) ciclón(es) y es precalentado antes de ingresar al horno rotatorio. De esta forma, recuperamos el calor del gas del horno y podemos reducir el tamaño de este último. El espodumeno precalentado ingresa luego al horno donde la temperatura aumenta gradualmente hasta alcanzar la temperatura necesaria para la conversión.

Una vez realizada la conversión, el espodumeno caliente de forma beta se descarga en un enfriador rotatorio donde se reduce la temperatura a través de la combinación de agua de enfriamiento por vía directa e indirecta. Luego se descarga y se envía al siguiente paso del proceso. El sistema del horno rotatorio es adecuado para convertir las partículas de gran tamaño y la integración del precalentador del ciclón mejora importantemente el consumo de energía específica con respecto a un horno solo. Además, también reduce el tamaño necesario del horno y facilita mucho el tratamiento de los gases descargados ya que el calor se elimina antes del tratamiento.

#### **P: Cuando ya se ha realizado la conversión del espodumeno, ¿qué pasa después y cuáles son las soluciones disponibles para los clientes?**

TK: Aunque puede haber algunas variaciones, el siguiente paso más típico en el proceso es uno que se llama tostación ácida, en el cual el espodumeno beta se mezcla con concentrado de ácido sulfúrico y es tostado en un horno indirecto para ser convertido en sulfato de litio soluble en agua.

Después de la tostación ácida, la hidrometalurgia de FLSmidth asume el proceso, lo que involucra los procesos de depuración o eliminación de impurezas y la extracción. El área pirometalúrgica de FLSmidth ofrece el sistema completo para el pirometalo. A continuación en el proceso, siguiendo al equipo para enfriamiento del espodumeno calcinado, podemos suministrar un sistema de molino de bolas para preparar el espodumeno beta para la tostación ácida, sistemas de transporte neumático para transferir el espodumeno beta, equipo de mezclado para combinarlo con el ácido y la unidad de tostación ácida indirecta para la conversión a sulfato de litio, el enfriador rotatorio y todos los equipos requeridos para el tratamiento de gases.

#### **P: ¿Cómo eliminamos el riesgo del proceso para los clientes?**

TK: Todos los equipos mencionados antes existen en el Centro de Ensayos y Pruebas Pirometalúrgicas de Whitell y nos permiten simular el proceso completo para nuestros clientes antes de que hagan la inversión final. ■

## IMPULSANDO LA PRODUCTIVIDAD DEL LITIO EN AUSTRALIA

Elegir un aliado con varias décadas de experiencia en la minería del litio y los minerales para baterías puede ofrecerle beneficios a su operación, no sólo con maquinaria de alto rendimiento, y sino además por su conocimiento específico del proceso y de la industria.

Laurie Barlow, Jefe de Minería de FLSmidth en Australia explica: “Desde la perspectiva de los clientes, ellos saben que somos un proveedor confiable de equipos de procesamiento de minerales para las concentradoras de espodumeno, desde el manejo de los materiales a granel hasta los procesos de chancado, molienda, flotación, espesamiento y filtración, además del manejo de pulpa. También suministramos tecnología de separación para los concentradores que utilizan clasificadores Reflux.

“También suministramos el equipo para los procesos que continúan aguas abajo en la línea del procesamiento del concentrado de espodumeno para conseguir el Hidróxido de Litio, que es el producto intermedio.

“Al trabajar estrechamente con nuestros clientes, les facilitamos la posibilidad de someter los materiales a pruebas en nuestras instalaciones de ensayos Pirometalúrgicos en Bethlehem y tener acceso a nuestra experiencia y la aplicación de las mejores prácticas en el área. También suministramos calcinadores y tostadores con gas residual y equipo de manejo de materiales para los procesos individuales aguas abajo en el área de tratamiento hidrometalúrgico.

“Participamos permanentemente en forma activa en el desarrollo de la industria del litio en Australia Occidental a través del suministro de tecnología y servicios. Nuestros equipos de gestión de proyectos en Perth trabajan en estrecha relación con nuestros centros tecnológicos en USA y Dinamarca y con nuestro de diseño en India para dar respuesta a las necesidades de nuestros clientes. Nuestra cadena global de suministro está permanentemente activa para entregar los materiales de la más alta calidad para estos proyectos”.

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

TIMOTHY W. KYLE, GLOBAL SOPORTE DE VENTAS GLOBALES, TECNOLOGÍA PIROMETALÚRGICA

✉ TIM.KYLE@FLSMIDTH.COM



# La región que está potenciando el camino hacia el litio

Con la demanda de litio aumentando significativamente durante la próxima década, hay una región en particular que está lista para transformarse en el principal productor del mundo para satisfacer a este aparentemente insaciable mercado. Australia Occidental (AO) ha potenciado la línea de vanguardia de la producción del litio gracias a cuatro minas en operación. Además, con otras tres plantas programadas para unírseles en el futuro cercano, el efecto sobre el mercado laboral y la economía local será enorme.



AUSTRALIA OCCIDENTAL  
27.6728° S, 121.6283° E

**L**as exportaciones australianas de mineral de espodumeno (del que se obtiene el litio) han aumentado de aproximadamente A\$117 millones en 2012 a A\$780 millones en el 2017, y se espera que esta cifra alcance los A\$1.1 billones en el año 2020. Son números impresionantes – pero si Australia puede refinar estos minerales a formas de litio con mayor valor agregado, los beneficios económicos serán mucho mayores. Esta meta tiene bastante sustento con más de A\$3 billones comprometidos para el desarrollo de minas de litio y cinco refinerías/plantas de beneficio en construcción a finales del 2018.

Por ejemplo, la refinería Kwinana de Tianqi Lithium, avaluada en A\$700 millones, está también considerada para iniciar operaciones a mediados del año 2019, lo que le dará a la región la capacidad de convertir el mineral de espodumeno en hidróxido de litio y así agregarle valor antes de exportarlo. La compañía china Tanqi es un actor regional y mundialmente destacado en el mercado y es propietario de una de las partes controladoras de la mina de litio más grande del mundo en Greenbushes, mientras que la norteamericana Albemarle Corp. es dueña de la parte minoritaria. La puesta en marcha de los proyectos de Pilbara Minerals y Altura Mining en Pilgangoora en la región de Pilbara, Australia Occidental, son también otros proyectos clave que están impulsando la región hacia un lugar de vanguardia de la producción.

Desde una perspectiva global, se puede decir que, en cuanto a las reservas de litio, Australia no es el actor principal. Entonces, ¿qué es lo que da a Australia la ventaja en el emergente mercado del litio? En pocas palabras, los depósitos de roca dura. Aun cuando la extracción en los depósitos de roca dura es técnicamente más cara inicialmente, el litio que se produce es más fácil de refinar para obtener hidróxido de litio, que es más deseado por el mercado de vehículos eléctricos en relación con el producto a base de carbonato que se obtiene en los depósitos de los salares en Sudamérica. Esto también significa una ventaja en el costo para los productores de Australia Occidental.

La disposición actual de Australia y la ventaja geológica son dos factores que hacen que algunos analistas sugieran que el país podría cubrir el 80% del requerimiento de litio en el mundo en los próximos años. La inversión en minas nuevas, sin embargo, se ve de cierta manera disminuida por la inversión en los procesos de beneficio, por lo tanto, el espodumeno bruto puede refinarse para obtener hidróxido de litio que tiene más valor. El objetivo es garantizar que Australia deje de ser sólo un productor principal para transformarse en el mayor productor de producto refinado a comienzos de la década del 2020.

Las ventajas económicas que existen son inmensas y van más allá del mercado de la exportación. El número de trabajadores a tiempo completo ocupados en proyectos relacionados con el litio en Australia Occidental ha pasado de 399 en diciembre de 2014 a más de 2600, con miles más por incorporarse según las estimaciones publicadas en el Informe Trimestral del Departamento de la Recursos de la Industria, Innovación, Ciencia y Energía.

En el informe también se consideran los factores que deben ser abordados para que Australia Occidental se transforme en el actor más lucrativo en el mercado global emergente del litio, entre esos factores se menciona la preaprobación de plantas, investigación y desarrollo, y acceso a trabajadores calificados. Según el Economista Jefe del Gobierno australiano, Mark Cully, si se pueden resolver todas estas situaciones, Australia Occidental podría “ganar cientos de billones de dólares en las próximas décadas y tener un rol fundamental en la promoción y desarrollo de una nueva era tecnológica de energía limpia en el mundo”. De hecho, palabras muy potentes, ¿verdad? ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A:

LAURIE BARLOW, HEAD OF MINING, AUSTRALIA

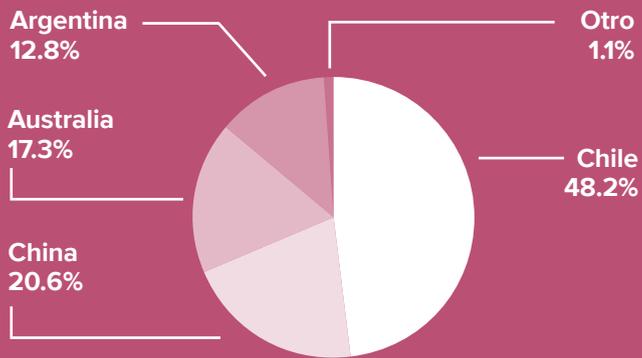
✉ LAURIE.BARLOW@FLSMIDTH.COM

# EL LITIO EN CIFRAS

**Li**  
Lithium  
6.94



## RESERVAS DE LITIO POR PAÍS



Las propiedades únicas del litio lo hacen vital para la tecnología emergente, como es el caso de los vehículos eléctricos

El litio, hidrógeno y helio fueron los tres elementos clave producidos en el big bang

El litio es el metal más liviano y el más denso a la vez y tiene un potencial muy grande para la generación de potencia

## PRINCIPALES DEPÓSITOS DE LITIO EN AUSTRALIA



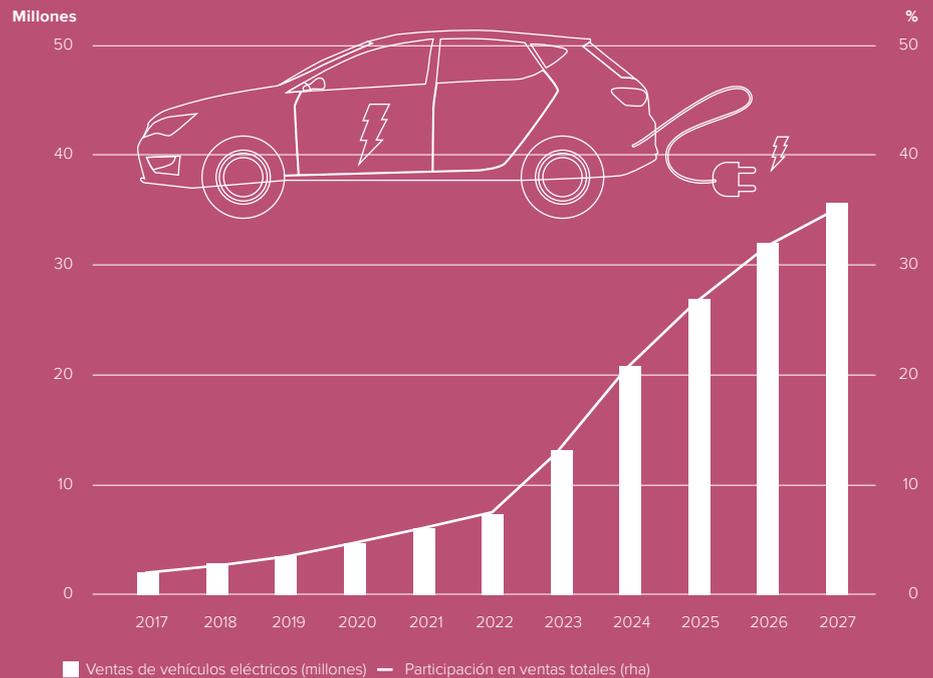
**17%**

Australia posee el 17% del litio y es el mayor exportador del mundo

**\$780**

Las exportaciones de litio de Australia se triplicaron a A\$780 millones en 2017

## PROYECCIÓN DE VENTAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



## USOS DEL LITIO EN EL MUNDO

**46%**  
Baterías recargables

**26%**  
Cerámicos y vidrios

**11%**  
Otros usos

**11%**  
Grasas y polímeros

**4%**  
Polvos industriales

**2%**  
Tratamiento de aire



# Cobalto Limpio

27

$3d^74s^2$

CO

Cobalto

58.933



**No se puede hablar de los minerales para baterías sin mencionar el cobalto. Y no se puede hablar del cobalto sin tocar algunos de los desafíos éticos más polémicos que conlleva. Entonces, ¿es posible lograr un cobalto limpio o estamos frente a un caso donde el veredicto final es simplemente “culpable de los cargos que se le imputan”?**

L

a demanda por el cobalto ha aumentado velozmente en los últimos años. Una demanda motivada no sólo por la necesidad de baterías recargables para el creciente mercado de los vehículos eléctricos, sino también gracias a la demanda de equipos electrónicos como teléfonos, tablets y computadores, la que seguirá aumentando durante los próximos años.

“Existen varias predicciones diferentes.

Algunos esperan que la demanda se duplique ya en el 2020, y algunos estiman un aumento de 10 veces de aquí al 2024”, pronostica la Dra. Kathy Sole, propietaria de la empresa consultora Kathryn C. Sole en Sudáfrica, con más de 30 años de experiencia en la industria de los recursos.

“Cada vez más países se han propuesto o ya están planificando prohibiciones futuras para la venta de autos que usen diésel o gasolina, y China recientemente ha modificado su programa de subsidios para los vehículos eléctricos, aumentándolos para aquellos que ofrezcan un rango de más de 400 km por carga. No importa de qué forma lo mire, la demanda en el corto plazo aumentará”, agrega Sole.

### Un 25% proviene de la minería artesanal

El mayor productor de cobalto en el mundo, y por lejos, es la República Democrática del Congo (RDC), calificada también como uno de los países más pobres del mundo. Con una producción de 64.000 MT en el año 2017, el país es el mayor productor de cobalto en el mundo, superando grandemente al segundo y tercer lugar. La producción de cobalto en la RDC ha estado asociada por muchos años a malas condiciones laborales, trabajo infantil y cadenas de suministro poco transparentes.

“Aproximadamente el 25% del suministro es producido por la minería artesanal y es verdad que el trabajo infantil es un problema. También es bien sabido que la RDC es un país corrupto (ocupa el número 161 en la lista de 180 países en el informe de Transparencia Internacional 2018) y de todo el dinero que ingresa a la república, muy poco llega al cinturón de cobre del sur del país”, indica Sole.

Los problemas laborales han sido documentados por varios medios de comunicación reconocidos. En el año 2014, Amnistía Internacional, junto con el Observatorio Africano de Recursos, expuso que varias empresas occidentales muy conocidas eran los usuarios finales del cobalto que uno de los grandes productores de cobalto de China compraba a los mineros artesanales. La mayor parte del cobalto se embarca a China para ser procesado, pero como el mineral es comercializado y procesado varias veces en el proceso completo, es casi imposible para el usuario final asegurar el origen del producto.

# DEMANDA DE COBALTO

Kt metal refinado

2017		2025
<b>136</b>	<b>Total</b>	<b>272</b>
<b>-</b>	<b>Todas las baterías (VE – agresivo)<sup>1</sup></b>	<b>49</b>
<b>38</b>	<b>Todas las baterías (VE – base)<sup>1</sup></b>	<b>117</b>
<b>35</b>	<b>Aleaciones de alto rendimiento</b>	<b>44</b>
<b>21</b>	<b>Herramientas &amp; materiales</b>	<b>14</b>
<b>42</b>	<b>otros</b>	<b>48</b>

Batería incluye autos (HEV, PHEV, BEV), camiones y buses (livianos, medianos, pesados), de 2- y 3-ruedas, maquinaria (grúas horquillas y otras), almacenamiento de red de energía, aparatos electrónicos de uso personal.

Fuente: McKinsey&Company "Litio y cobalto – la historia de dos productos", Junio 2018



## La tecnología es parte de la solución

En el año 2016, la Cámara de Comercio de Importadores y Exportadores de Metales, Minerales y Productos Químicos estableció la Iniciativa de Cobalto Responsable a la que han adherido empresas como Apple, Sony, Volvo y Daimler-Chrysler. A principios del año 2018, Apple también afirmó que comenzaría a comprar cobalto directamente de las minas en la RDC para controlar la cadena de suministro. La empresa ha recibido el reconocimiento de Amnistía Internacional por la transparencia de su cadena de suministro de cobalto.

"Observamos más empresas tratando de suministrar cobalto producido en forma ética, pero es una cadena de suministro compleja e incluso cuando uno compra de una empresa registrada formalmente, algunos de los insumos pueden igualmente provenir de la minería artesanal. La nueva discusión en la industria es si se puede usar algo como una tecnología similar a la cadena de bloques ("Blockchain") para rastrear el material cada vez que es traspasado. Así entonces, con el conocimiento de las corporaciones internacionales y los actores de la industria, puede haber oportunidades para elevar los estándares en la RDC", explica Sole.

Otra forma de mejorar el nivel ético es encontrar una forma de distribuir el dinero en forma más equitativa en el flujo hasta los mineros, quienes no ganan más que unos pocos dólares al día. El gobierno de la RDC acaba de declarar el cobalto como mineral estratégico y elevó el royalty del 2 al 10%, además está introduciendo impuestos más altos a las corporaciones mineras.

"Ha habido mucha inquietud sobre esto en la industria. Pero si consideramos las inmensas ganancias y lo poco de ellas que regresa a la región y

además lo comparamos con los otros países mineros, el gobierno no se ha extralimitado", indica Sole.

## Fin de la demanda

Otra forma de terminar el dilema ético es, por supuesto, romper la curva de la demanda. Actualmente el principal tipo de batería que se produce para los vehículos eléctricos contiene la misma cantidad de níquel, cobalto y manganeso y se conoce como la NCM 111. Los fabricantes dicen que la batería NCM 811 (80% de níquel, 10% de cobalto, 10% de manganeso) es totalmente factible, sin embargo, existen diferentes expectativas con respecto a cuántos años demorará su comercialización.

Tesla y su fabricante de baterías Panasonic utilizan baterías NCA (níquel-cobalto-aluminio) y de acuerdo con Benchmark Minerals, Tesla ya ha considerado reducir la cantidad de cobalto que se necesita por vehículo en aproximadamente un 60% en 6 años – de alrededor de 11 kilogramos en los modelos Roadster y S a aproximadamente 4,5 kg en el nuevo Modelo 3.

Según la Dra. Sole, todavía falta algún tiempo para que cualquiera de estos hechos tenga un impacto significativo en la demanda: "Incluso si los fabricantes de baterías para los vehículos eléctricos se las arreglan para reducir el contenido de cobalto en el futuro probable, el número de baterías en demanda sobrepasa con mucho esta reducción." ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

MARK MULLIGAN, GERENTE GLOBAL, INGENIERÍA DE PROCESOS

✉ MARK.MULLIGAN@FLSMIDTH.COM



# LA RECUPERACIÓN ÓPTIMA CON ESPUMA SALE A FLOTE

**El proceso de flotación puede dividirse en dos etapas: la formación de los agregados de burbujas-partículas en la pulpa y la recuperación de estos agregados en la espuma. Históricamente – tanto desde la perspectiva teórica como práctica – se ha prestado mucha mayor atención a la primera parte de este proceso. Sin embargo, gracias a un paquete de instrumentación recientemente desarrollado, la optimización de las tasas de recuperación de espuma está lista para entregar dividendos reales.**



**"P**

robablemente no exagero si digo que tan sólo hace unos pocos años atrás la industria recién reconoció el potencial existente en el aumento de las tasas de recuperación de espuma en términos de un control más eficiente del nivel, tiempo de residencia y tasas de arrastre”, comentó el Dr. Dariusz Lelinski, Gerente Global de Productos para Flotación en FLSmidth. “Esto se debe principalmente a que se asumió que no se producen pérdidas durante el transporte desde la pulpa a la canaleta. Sólo hace unos pocos años se obtuvieron mediciones que indicaron que existen pérdidas generalmente del 50% e incluso pueden llegar al 90% en las partículas gruesas. Lo que esto significa es que el 50% de las partículas (un promedio de todos los tamaños) debe ser recapturado nuevamente después de desprenderse en la fase de la espumación.

“Nuestro objetivo es aumentar la probabilidad de recuperación de partículas en la fase de espumación, especialmente las partículas gruesas. No existe una forma sencilla de hacerlo, así es que desarrollamos una combinación de instrumentos y dispositivos lo suficientemente versátil como lograr nuestro objetivo en la mayor cantidad de aplicaciones de flotación”, explica Lelinski.

Igualmente aplicable a las operaciones que utilizan las celdas de flotación auto aireadas WEMCO® o las celdas con aireación externa nextSTEP™, este nuevo paquete de instru-

mentación para recuperación de espuma puede ser un punto de inflexión, una revolución, en la recuperación de la flotación.

La solución llega por reconocer que la combinación de la medición exacta del nivel de pulpa y el control preciso del flujo por medio de válvulas de dardo de diseño renovado y los nuevos actuadores Festo (diseñados específicamente para FLSmidth) permite un control superior de la fase de espumación. Esto a su vez produce reacciones más rápidas en el flujo y cambios en la densidad de la pulpa, lo que mejorará radicalmente el rendimiento de las celdas de flotación.

La forma convencional de modificar la recuperación de espuma es por medio de cambios en la altura de la espuma (mejorada por los nuevos actuadores y válvulas de dardo), la aglomeración de espuma (en la mitad de la celda sin la posibilidad de ajustarse después de la instalación y sin tener influencia en la parte más activa de la superficie de la espuma) y una cantidad de canaletas radiales.

“Todos estos cambios ahora sí se pueden realizar si se usa el paquete de recuperación de espuma de FLSmidth”, indica Lelinski “La parte más difícil es la recuperación de la espuma al final de la fila; no existen suficientes partículas hidrofóbicas para formar una espuma estable y profunda y un alto porcentaje de estas partículas queda sin ser recuperado. Nuestro paquete de instrumentación permite no sólo recuperar estas partículas sino además controlar el equilibrio requerido



Las cámaras de monitoreo de espuma son un instrumento de flotación de vital importancia porque permiten un monitoreo preciso de la fase de espumación”

**DARIUSZ  
LELINSKI**

PHD, GERENTE GLOBAL DE  
PRODUCTO, FLOTACIÓN

entre la recuperación y la ley del mineral en esta parte del circuito de flotación. En resumen, se obtienen mejores resultados y además se agrega otro nivel de control del proceso, no sólo durante las dificultades surgidas en la formación de la espuma, sino también durante la operación normal, permitiendo con ello una mayor flexibilidad en la selección de la relación ley-recuperación”.

Los Aglomeradores de Espuma de Ajuste Radial (ARFC en inglés) son fundamentales en el paquete de recuperación de espuma. Estos componentes fueron recientemente desarrollados internamente en FLSmidth. Los dispositivos mecánicos de los ARFC permiten aumentar la recuperación o el grado de concentración del mineral independientemente de la cantidad de espuma formada en la parte superior de la celda. Permiten obtener tasas más altas de arrastre (recuperación) o una espuma mucho más profunda (grado de concentración), lo que es actualmente difícil debido a la geometría de la parte superior de la celda de flotación.

“Además del ARFC se suministra, en cooperación con Stone Three, un líder del mercado en equipos ópticos, una cámara de diseño avanzado para monitorear la espuma. Las cámaras de monitoreo de espuma son un instrumento de flotación de vital importancia porque permiten un monitoreo preciso de la fase de espumación. Al desarrollar estos instrumentos con una empresa de alto desempeño, como es el caso de Stone Three, estábamos seguros de que se podía desarrollar el mejor producto posible para nuestros clientes”, agrega Lelinski. “Estas cámaras son el segundo componente clave del paquete”.

Junto con estos elementos se encuentran los actuadores mejorados y rediseñados, desarrollados en cooperación con Festo, y un nuevo y optimizado sensor de nivel, que monitorea tanto la posición de la pulpa como la espuma con la sonda MultiSense suministrada en cooperación con HyControl. La pieza que completa el paquete son las válvulas de dardo rediseñadas (generalmente en una configuración de válvulas de dardo abisagras), que son el resultado de un proyecto interno de ingeniería del valor.

“Nos entusiasma mucho ofrecer este paquete completo a nuestros clientes. Todos los elementos trabajando en combinación con aglomeradores radiales de espuma, esto significa que gracias a este paquete se obtendrá una mejor recuperación con la misma ley o una mayor ley con la misma recuperación, haciendo que este paquete de instrumentación sea mejor que la suma de todas sus partes”. ■



PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

**DARIUSZ LELINSKI, PHD, GERENTE GLOBAL DE PRODUCTO, FLOTACIÓN**

✉ [DARIUSZ.LELINSKI@FLSMIDTH.COM](mailto:DARIUSZ.LELINSKI@FLSMIDTH.COM)

# Revestimientos compuestos para reducir costos y mejorar rendimiento

Al reemplazar los revestimientos convencionales de acero fundido de los molinos por otros revestimientos más livianos de material compuesto, se aumenta el rendimiento global del molino en un margen importante. Con beneficios adicionales como menos detenciones y reemplazos más rápidos y seguros, el retorno de la inversión generalmente se logra en menos de la mitad del tiempo de vida útil de la pieza de desgaste.

**L**a capacidad de producción en el molino SAG es casi siempre la piedra del tope de la planta de procesamiento completa. Si se mejora el rendimiento global de un molino, aunque sea por unos pocos puntos porcentuales, puede producirse un impacto importante en los resultados finales. Es exactamente eso lo que hacemos si reemplazamos los revestimientos de acero fundido por revestimientos de materiales compuestos.

“Debido a la dependencia de la disponibilidad del equipo y el poco gusto por el riesgo que tiene la industria minera, el avance de la aplicación de los materiales compuestos en los molinos SAG no ha sido muy veloz. Sin embargo, actualmente podemos observar cada vez con más frecuencia

operaciones importantes de cobre y oro que están obteniendo beneficios del uso de revestimientos fabricados en materiales compuestos en los molinos SAG”, dice Jack Meegan, Gerente de Línea de Productos para Revestimientos y Partes de Desgaste en FLSmidth.

Recientemente en Sudamérica FLSmidth realizó el reemplazo de revestimientos de acero cromoly por revestimientos compuestos de caucho-cerámico en un molino SAG de 40' de diámetro. Con esto se mejoró la descarga de pulpa en un seis por ciento.

“Muchos diseños de revestimientos de molinos SAG se desempeñan muy bien y cumplen el objetivo de lograr un tamaño deseado de partícula y proteger la estructura del molino.

Como ocurre con todas las mejoras, puede haber un aumento en los costos iniciales que pagar, pero el costo total de propiedad es muy fácil de calcular. Este valor se manifiesta primero en el aumento de la producción, lo que a menudo significa aportar cifras de siete dígitos a las ganancias de los clientes”.

**JACK MEEGAN,**  
GERENTE DE LÍNEA DE PRODUCTOS, TRITURACIÓN

## BENEFICIOS PARA LA PRODUCTIVIDAD

- Aumento en la capacidad de procesamiento después de la mejora del diseño
- Aumento de la vida útil de la pieza de desgaste debido al uso de materiales compuestos
- Más rápido de instalar y más seguro de manipular gracias a su menor peso
- Mayor tasa de utilización del equipo con aproximadamente un 50% menos de piezas
- Detenciones más breves y mayor utilización del equipo gracias a nuestra asistencia técnica experta
- Aumento de las tasas de producción y recuperación debido al apoyo en el proceso (Asistencia del fabricante original del equipo para la operación y proceso metalúrgico del molino)
- Mayor capacidad y menor riesgo en las cuadrillas de instalación de revestimientos

Sin embargo, no importa cuán bien se opere un molino ni tampoco cuán bien funcione un diseño de revestimiento, un molino sólo será tan bueno como sea su capacidad de descargar la pulpa. Si se cambia el diseño de los revestimientos por materiales compuestos, se puede obtener un aumento considerable del rendimiento general si se compara con los revestimientos regulares de acero fundido. En este caso específico, el beneficio obtenido por el cliente llegó a los siete dígitos en dólares americanos en sólo 12 meses", señala Meegan.

### Reemplazo seguro y rápido

Con revestimientos más delgados, se obtiene un mayor volumen dentro del molino. Esto significa que puede aumentar el nivel de carga. Cuando se usan revestimientos de materiales compuestos se reduce también el peso de estas piezas hasta un 50% del peso de los de diseños estándar en acero fundido, lo que hace posible trabajar con un nivel más alto de carga de bolas sin aumentar el peso total del molino. Estos dos beneficios tienen como resultado un mayor rendimiento global.

El mayor rendimiento debe ser considerado en períodos prolongados de tiempo. Esto significa que los revestimientos también deben ser resistentes al desgaste y las roturas, además de fáciles, rápidos y seguros de reemplazar. Las máquinas manipuladoras de revestimientos en los molinos han sido diseñadas para trabajar en voladizo dentro de la cámara del molino durante la operación de reemplazo y tienen limitaciones relacionadas con el peso de los componentes que deben manipular. Debido a la reducción del peso,

el factor limitante ya no es el peso del revestimiento sino el tamaño de la abertura para ingresar al molino.

"Piezas más livianas significa menor cantidad de ellas. Menor cantidad de piezas significa tiempos de detención más cortos y mejores tasas de utilización del equipo. Adicionalmente, menores tiempos de detención significa menos tiempo en que los contratistas tendrán que estar dentro del molino. Esto implica también que la tarea de cambio de revestimientos será más rápida y segura", indica Meegan.

### No hay un tamaño que se ajuste a todos

Además, FLSmidth ofrece una variedad de revestimientos de molinos, ya que cada revestimiento debe ajustarse a las necesidades específicas de cada planta de procesamiento.

"Para cumplir las metas deseadas de los planes de producción, los gerentes de operación y metalurgia deben considerar una larga secuencia de equipos con una tasa variable de dureza y tamaño del mineral. Es un sistema complicado que debe ser controlado en una forma profesional y los gerentes siempre tienen una buena vista panorámica de la planta en términos de capacidad, cuellos de botella, restricciones, problemas y oportunidades. Ahora bien, lo que frecuentemente ocurre es que, si una planta está diseñada para producir

100.000 toneladas de mineral al día, después del período requerido para llegar a régimen (ramp-up) siempre surge la necesidad de aumentar el rendimiento global con el equipo existente. Aquí es donde nosotros, como proveedores de revestimientos para molinos, podemos ayudar. Pero se requiere comprender las necesidades específicas de la planta, ya que hay distintos tipos de revestimientos para diferentes necesidades", dice Meegan.

### Una mejora que se paga sola

Cuando el cambio a un revestimiento de material compuesto es la solución adecuada, el retorno de la inversión generalmente sólo toma la mitad de la vida útil de la pieza de desgaste.

"Como ocurre con todas las mejoras, puede haber un aumento en los costos iniciales que pagar, pero el valor total de propiedad es muy fácil de calcular. Este valor se manifiesta primero en el aumento de la producción, lo que a menudo significa aportar cifras de siete dígitos a las ganancias del cliente. La mejora se paga sola. Por otra parte, gracias a la reducción de los tiempos de detención y de los riesgos en términos de seguridad, el monto del beneficio es aún mayor", dice.

El tiempo de retorno financiero de la planta en Sudamérica mencionada anteriormente fue la mitad de la vida útil de las piezas y el molino procesó más de 28 millones de toneladas. Otro cliente, esta vez en Norteamérica, con un molino SAG de 38' de diámetro que hizo un cambio similar a revestimientos de material caucho-cerámico, aumentó la descarga de pulpa en un siete por ciento y procesó más de 19 millones de toneladas durante una campaña de 12 meses.

"Al mismo tiempo que creo que los revestimientos fundidos, por estar increíblemente bien establecidos, ser competentes y probados, no se irán a ninguna parte todavía, también pronostico que los diseños de revestimientos de molino continuarán incorporando una cantidad cada vez mayor de componentes compuestos en el futuro. Pienso que los operadores que no están considerando las ventajas de un paquete de revestimientos de molinos que incluya piezas fundidas y compuestas están perdiendo la posibilidad de beneficios importantes", afirma Meegan. ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

JACK MEEGAN, GERENTE DE LÍNEA DE PRODUCTOS, TRITURACIÓN

✉ JACK.MEEGAN@FLSMIDTH.COM

# ¿EL REVESTIMIENTO DE SU CHANCADOR DE CONO LE ESTÁ PASANDO LA CUENTA POR EL TIEMPO INACTIVO?

El diseño del revestimiento del chancador puede afectar el funcionamiento y capacidad de su operación. Por esta razón, es importante asegurarse de que los revestimientos de su chancador estén óptimamente diseñados para mantener su planta operando sin problema. Con el paso del tiempo, es inevitable que las piezas de desgaste tengan que ser reemplazadas. Pero ¿los revestimientos regulares que utiliza en su chancador de cono son los más adecuados para el tamaño y distribución de la alimentación y las características del mineral de su operación? ¿Podría una evaluación a los revestimientos de su chancador de cono entregar resultados interesantes para su operación minera?

**B**uscando soluciones a algunos desafíos específicos pero diferentes, dos plantas mineras lograron un aumento global de la productividad como resultado de una mayor capacidad, más tiempo operativo, mayor tiempo de duración y reducción en las necesidades de inventario.

## Problemas causados por el tamaño de la alimentación y la forma

En una cantera un operador utilizaba un chancador de cono Raptor 200 para procesar roca del dragado de un río, pero se quejaba de las bajas tasas de producción y las horas adicionales de detención para realizar mantenimientos debido al alto desgaste y los frecuentes cambios de revestimientos. El chancador estaba operando con un ajuste de lado cerrado (CSS) de 13 mm y procesando una alimentación de 16 mm a 32 mm (0,6 a 1,25 pulgadas).

Se le solicitó al operador cerrar el CSS para mantener el tamaño del producto, lo que redujo la productividad a sólo 81 mtph. Adicionalmente, el chancador no pudo mantener su CSS después de procesar sólo ~15.000 toneladas, lo que aumentó radicalmente la carga recirculante de la planta. En ese punto, junto con el aumento de carga, los revestimientos sólo pudieron procesar unas 10.000 toneladas más antes de que comenzaran a generar sobrecarga y rebote en el anillo y con ello la necesidad de cambio.

Enfrentado a estos problemas, el operador nos solicitó revisar la operación y hacer recomendaciones para aumentar la vida útil del revestimiento y el tonelaje del chancador, además de reducir los tiempos de inactividad.

Durante la visita a terreno para analizar la operación se inspeccionó y midió los perfiles del revestimiento del manto

y de la taza. Utilizando los datos de los revestimientos usados y nuevos de la planta se determinó que los puntos de alto desgaste en la sección superior de la cámara eran producidos por la redondez del material de la alimentación (roca de río) que no tenía el agarre suficiente ni tampoco podía ser arrastrada adecuadamente hacia el interior de la cámara – causando con ello el desgaste del revestimiento del manto antes que el de la taza, y debido a ello el deficiente perfil general durante la operación.

## Aumento de rendimiento global y un 50% de mayor vida útil del revestimiento

Después de revisar los diseños estándares disponibles, se determinó que era necesario diseñar un perfil a la medida. El diseño, apodado “River Rock” (Roca de Río), produjo una cámara de mayor longitud que resultó en un mejor perfil de desgaste y, como consecuencia, en la prolongación de la vida útil del revestimiento. Nuestro diseño amplió la cámara para permitir un mayor quiebre entre las partículas en la sección superior de la cámara para reducir los puntos calientes



## LOS BENEFICIOS POTENCIALES DE REVISAR EL REVESTIMIENTO DE SU CHANCADOR DE CONO



Optimización de la cámara de chancado



Mayor capacidad y más tiempo productivo



Reducción de inventario y OPEX



Mejora general de la vida útil



y utilizar una porción más grande de la cámara. Dada la naturaleza del problema, aceleramos el envío de los revestimientos con nuevo diseño a la planta.

Después de instalar los revestimientos “River Rock”, nuestro cliente pudo operar el chancador por dos meses y medio antes de tener que reemplazarlos. Durante ese período la producción de la planta aumentó de 81 mtph (89 tph) a aproximadamente 91 mtph (100 tph), y a la vez mantuvo el CSS deseado sin sufrir sobrecarga o rebote en el anillo. La vida del revestimiento se incrementó más del 50% y la producción se mantuvo constante a lo largo de todo el ciclo de vida. Donde el perfil de revestimiento anterior permitía solo 25.000 toneladas totales por juego de revestimientos, el cliente ahora obtiene aproximadamente 38.000 toneladas por cada juego de revestimientos del nuevo diseño.

### El calor se siente

Un segundo ejemplo ocurrió en una mina productora de mineral de óxido y sulfuro de cobre en Asia.

El operador de la mina estaba experimentando problemas de excesiva generación de calor en el aceite de retorno en su chancador de pebbles – un Chancador de Cono Raptor 1100.

El cliente invitó a nuestros técnicos a visitar las instalaciones en terreno para investigar el problema del calentamiento, un SABC convencional con pebbles chancado que retorna al molino SAG. Lo que se detectó fue que la combinación de la distribución del tamaño de la alimentación y el perfil de la cámara estaban causando una gran cantidad de chancado dentro de la cámara, lo que resultaba

en una distribución poco favorable de alta carga sobre los cojinetes y luego la indeseada generación de calor.

Nuestros especialistas sugirieron trasladar el chancador hacia una sección más abajo de la cámara para reducir la generación de calor y que sería más fácil de conseguir si se usaba otro perfil de revestimiento. El perfil elegido incluía una apertura para una alimentación más gruesa, un mayor agarre y una zona paralela más hacia el interior de la cámara. Un perfil de cámara para alimentación más gruesa y de mayor longitud no sólo proporcionará una mayor fuerza de chancado en la parte inferior de la cámara, sino que abordaría además todas las otras preocupaciones de la operación: generación de calor, vida útil y rendimiento.

### Mayor tonelaje y menores costos

Después de instalar el nuevo conjunto de revestimientos se operó un período de prueba de 6 días durante el cual el CSS del chancador se redujo en forma continua desde el valor inicial de 40 mm al valor deseado de 19 mm. Al día siete, con un CSS de 19 mm, el chancador estaba produciendo una cantidad considerablemente mayor de tonelaje que con el perfil de cámara anterior – al menos 200 toneladas por hora (220 toneladas por hora). La temperatura del aceite de retorno se redujo de 60° C (140° F) a 49° C (120° F) – a pesar del mayor tonelaje y consumo de potencia.

Una significativa reducción del desgaste de los cojinetes indicaba mucho mejores condiciones de operación en el chancador. La vida del revestimiento, medida en las toneladas producidas, se duplicó y más, pasando de 261.000 toneladas (288.000 toneladas) a 565.000 toneladas (623.000 toneladas) y de 709 horas a 1.054 horas.

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

TREVOR KUPSTAS, GERENTE GLOBAL DE PRODUCTOS, REVESTIMIENTOS DE CHANCADOR

✉ TREVOR.KUPSTAS@FLSMIDTH.COM

# No permita que los tiempos de inactividad sigan consumiendo sus ganancias

Las Minas RA de la empresa minera Hindustan Zinc Ltd. no pueden decir con exactitud qué tan buenos son los paneles antidesgaste FerroCer® Impact – aunque ya ha pasado un año desde que los instalaron. ¿Por qué? Bueno, porque los paneles originales instalados en noviembre del 2017 todavía no se han desgastado.

## PONGA A PRUEBA FerroCer® TOTALMENTE GRATIS

Puede resultar difícil de creer que los paneles antidesgaste FerroCer puedan trabajar por un año – y a veces más – antes de tener que detener la operación para reemplazarlos. Es comprensible. Ahora, y sólo por un tiempo limitado, usted podrá experimentar, totalmente gratis, de qué forma los paneles antidesgaste FerroCer Impact pueden transformar su operación minera. Nuestra prueba gratis, sin letra chica ni obligaciones posteriores, le ofrece UNA evaluación preliminar gratuita, la instalación sin costo de los paneles antidesgaste FerroCer Impact y una estimación gratuita del costo de propiedad basada en los resultados específicos obtenidos en la prueba.

Con sólo 5 kilos de pesos por panel (o 9 kilos en el panel de borde) FerroCer tiene un tamaño compacto y fácil de manejar. Eso los hace más seguros y fáciles de instalar que los voluminosos revestimientos convencionales – además, sólo se necesitan herramientas manuales normales.



Con FerroCer se ha disminuido el tiempo de mantención gracias a que el ciclo de reemplazo es mucho más prolongado, se han eliminado los posibles daños a la placa madre y se han reducido significativamente los peligros en términos de seguridad".

**PRAVEEN BHARDWAJ**

SUB-GERENTE GENERAL  
(MECÁNICO), HZLA, MINAS  
RA, RA JASTHAN

**A**

El amanecer del día 2 de noviembre de 2018, se cumplió un año desde que los paneles FerroCer® fueron instalados en Hindustan Zinc Ltd. (HZL). En otras palabras, la mina ha experimentado exactamente cero tiempos de inactividad relacionado con los paneles de desgaste en un año completo. Eso es una mejora muy importante con respecto de los revestimientos anteriores fabricados en manganeso-acero de 40 mm de espesor que tenían una duración de sólo 23-25 días – lo que significaba reemplazo frecuente y tiempo inactivo. Actualmente los paneles FerroCer han superado la marca del día 365 en la misma zona de alto impacto en un chute de carro tripper U-13 a continuación del chancador primario de las Minas RA Stream-1.

### Dar respuesta al problema que aflige al cliente

Antes de FerroCer, uno de los desafíos que enfrentaba HZL era el alto desgaste en los chutes de transferencia de material. El sistema de manejo de materiales necesitaba detenerse frecuentemente para reemplazar los revestimientos desgastados por nuevas piezas de manganeso-acero que pesaban alrededor de 50 kilos cada una. Debido a la altura en que están instalados varios de los chutes, el reemplazo de los revestimientos requería de preparativos de seguridad (armado de andamios y otras coordinaciones de acceso y manejo) donde se requería cinco o seis trabajadores para que ingresaran a los chutes y manipularan los revestimientos. Las piezas de manganeso tenían una vida útil de menos de 25 días, lo que implicaba tiempo inactivo en forma regular y aumento de costos.

FLSmidth visitó a los ejecutivos de las Minas Rampura Agucha (RA) en junio de 2017 y recomendó usar los paneles antidesgaste FerroCer para solucionar los problemas del alto desgaste en los chutes de manejo de materiales.

Cada panel está compuesto de un conjunto de insertos cerámicos resistentes a la abrasión dentro de una matriz de acero dúctil que asegura que sólo la cara superior del inserto quede expuesta al impacto del material. Los costados de los insertos se estrechan dentro de la matriz manteniéndolos en su lugar y evitando que las partículas y fluidos dañen los paneles.

### Resultados tempranos e impresionantes

Algunos de los resultados obtenidos en terreno a partir del día 220 mostraron que el desgaste de los paneles sólo era de 8-10 mm y soportaron aproximadamente 15 lakh (1.500.000 toneladas) de mineral de Plomo Zinc transportado a través del chute del carro tripper (carro de distribución) U-13. Esto significa que la duración de FerroCer ha sido 10 veces más que la de los paneles anteriores, claramente un ciclo de reemplazo mucho más largo. En Hindustan Zinc Ltd. están evidentemente encantados con este resultado y ahora están considerando usar los paneles FerroCer en todas sus instalaciones donde exista desgaste por alto impacto. El cambio con respecto de su solución anterior ha sido enorme. Antes de FerroCer, la mina utilizaba revestimientos de manganeso que requerían ser reemplazados frecuentemente, lo que obviamente implicaba tiempos inoperativos y costos adicionales.

Después de conocer los resultados de la prueba con FerroCer, decidie-

ron implementar la solución en una zona con desgaste por alto impacto en el chute del carro tripper U13, instalado a continuación del chancador primario en las minas RA Mines Stream en India. Los resultados han sido impresionantes, como indica Praveen Bhardwaj, Sub-Gerente General (Mecánico), en HZL – Minas RA, Rajastán: “FerroCer ha reducido el tiempo de mantención gracias a un ciclo de reemplazo mucho más largo, eliminó los posibles daños a la placa madre por la salpicadura de material debido a la naturaleza altamente abrasiva del mineral, y, además, disminuyó significativamente los peligros en términos de seguridad. HZL planea instalar paneles anti-desgaste FerroCer Impact en todas las instalaciones con desgaste por alto impacto”.

### FerroCer sigue trabajando en terreno

Gracias a su gran durabilidad, los paneles FerroCer son perfectos para las operaciones mineras que tratan minerales duros tales como níquel, oro y cobre - y estos paneles están probando su valor en terreno alrededor del mundo entero. Los resultados obtenidos en la mina de Hindustan Zinc son similares a los de otras dos minas en Australia. Una de ellas ha operado por más de un año sin reemplazar sus revestimientos antidesgaste y la otra va por el mismo camino, acercándose a cumplir su primer año sin tener que reemplazar los revestimientos.

Mientras tanto, en una mina de cobre de Perú, 24 pequeños y livianos paneles FerroCer cada uno fabricado en placas de acero con insertos cerámicos, han reemplazado 6 revestimientos genéricos. Después de un total de 12.600.000 toneladas procesadas, con una tasa de 7.500 tph, el desgaste no fue más que un tres por ciento. A esa tasa, FerroCer dura al menos 10 veces más que el revestimiento más caro y más reconocido del mercado. ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A  
**DANNY BARIC, GERENTE DE PRODUCTOS  
DE DESGASTE Y TÉRMICOS**  
✉ [DANNY.BARIC@FLSMIDTH.COM](mailto:DANNY.BARIC@FLSMIDTH.COM)

# IMPULSANDO

## LAS GANANCIAS DE LA MINA, CON BAJO RIESGO

**Perder minerales valiosos en los relaves es una preocupación para todas las plantas procesadoras de minerales, no importa si se trata de pérdida de ganancias o de posibles multas de los agentes reguladores. Por lo tanto, no es una gran sorpresa observar el creciente interés en las tecnologías de separación de finos por gravedad que pueden ofrecer recuperaciones más altas que las soluciones típicamente utilizadas.**

**E**l desarrollo y aplicación del conocimiento técnico y el saber hacer en la separación de finos por gravedad ha estado evolucionando últimamente y las tecnologías optimizadas pueden ofrecer mejoras en la productividad para algunos productos. Además del procesamiento del carbón, se puede incluir cromita, mineral de hierro, arenas minerales, manganeso, espodumeno y estaño - y la lista sigue aumentando.

Un buen ejemplo se puede encontrar en el sector del platino en Sudáfrica donde extraer la cromita de los relaves de los metales del grupo de platino (PGM por su sigla en inglés) es crucial para las compañías que extraen minerales del nivel UG2. Generalmente las minas usan celdas de flotación para recuperar el concentrado de PGM, pero el material restante a menudo contiene niveles valiosos de cromita. De hecho, no es poco común encontrar leyes de cabeza de hasta un 23% de cromita en los residuos.

El incentivo para extraer la cromita es alto y en una aplicación específica un cliente necesitaba una solución que pudiera usarse también en una tarea entre la descarga de la flotación primaria y la molienda secundaria. La cromita en sí misma es valiosa, pero también es un contaminante en el proceso de fundición de los metales del grupo de platino y si se desecha una gran cantidad de ella, los productores pueden estar sujetos a multas.

La tecnología de espirales ha tenido ciertos avances para transformar en beneficio el flujo de la cromita "desechada", pero no es lo suficientemente eficiente para manejar partículas de tamaños inferiores a 100 micrones. Además, puede ser realmente complejo si la composición de la ley de cabeza cambia y sea necesario hacer los ajustes en forma manual.

En este ambiente tan exigente, una solución de alto rendimiento se viene haciendo necesaria desde ya hace mucho tiempo. Los auspiciosos resultados obtenidos con el Clasificador de FLSmidth REFLUX™ Classifier (RC™) – auspiciosos al punto de que no existe ninguna aplicación donde no se haya



**Habíamos percibido un considerable interés desde este sector de productores, por lo tanto, decidimos desarrollar una planta RC modular completa para que los clientes pudieran comprobar el potencial por sí mismos".**

**RICUS VAN REENEN**

GERENTE REGIONAL DE LÍNEA DE PRODUCTOS - SEPARACIÓN

desempeñado dentro o más allá de las especificaciones - significan que esta necesidad de la industria puede ahora tener una respuesta. Los datos recopilados del funcionamiento arrojan resultados impresionantes dondequiera que existan diferencias entre la gravedad específica del producto y el material de rechazo en un rango cada vez mayor de productos.

"Aunque hay varios factores en juego, cuando diseñamos la configuración modular del Clasificador REFLUX teníamos específicamente en mente el mercado del nivel UG2", dice Ricus van Reenen, Gerente Regional de Línea de Productos – Separación. "Habíamos percibido un considerable interés desde este sector de productores, por lo tanto, decidimos desarrollar una planta RC modular completa para que los clientes pudieran comprobar el potencial por sí mismos".

El funcionamiento de los clasificadores puede verse fácilmente comprometido si, por ejemplo, un tercero especifica equivocadamente los equipos periféricos. Pero, la funcionalidad simplificada tipo "plug and play" de la Planta Modular RC, significa que FLSmidth puede especificar con precisión e instalar los componentes auxiliares adecuados para cumplir exactamente con las necesidades del RC.

Además, la solución modular puede instalarse sin interrumpir el funcionamiento de los otros procesos existentes en la instalación. Se ajusta en un espacio adaptable en terreno y requiere alimentación de pulpa, suministro eléctrico y de agua e infraestructura de obras civiles para la planta.

"Este formato modular también permite hacer una mejor oferta en términos financieros y contractuales. Aunque la planta puede comprarse directamente, también ofrecemos apoyar al cliente financiando la venta y recibir pagos por hitos de acuerdo con las ganancias operacionales adicionales percibidas", indica van Reenen, "y también existe la opción de un proyecto con contrato de concesión tipo BOOT (del inglés Build-Own-Operate-Transfer y que significa Construcción-Propiedad-Operación-Traspaso)".







“Hemos llegado incluso a ofrecer un modelo basado en los resultados donde suministramos la solución completa además de la operación y la mantención y compartimos el aumento de las ganancias con el cliente”, agrega. “Creemos que estas innovaciones financieras son vitales en un momento en que muchas áreas del sector minero están bajo una enorme presión sobre los costos”. Destaca que estas ofertas financieras abren una nueva dimensión al sector de procesamiento de minerales. Ahorra los meses, e incluso años, que las compañías pueden demorar en conseguir el financiamiento para este tipo de gastos de capital.

La confianza en la tecnología RC y la configuración modular ha sido bien aprovechada. Se refiere especialmente al acuerdo basado en resultados suscrito con una mina de platino en Sudáfrica. Se instaló una planta modular en terreno – al final de una planta en espiral en una concentradora de platino – y está siendo operada actualmente en forma exitosa por un equipo de trabajo de FLSmidth.

“Diseñamos esta planta RC modular, la montamos completamente y ejecutamos las pruebas de aceptación de fábrica (FAT) en las instalaciones de nuestro centro de desarrollo Super Center local, la desensamblamos en módulos, la transportamos a la mina donde la volvimos a armar y la comisionamos. Estamos operando con el cliente a un valor fijo de Rand sobre la base del producto producido”, dice van Reenen. “La mina provee el material desde sus instalaciones, además del suministro eléctrico y el agua requerida mientras que nosotros operamos la planta para generar el producto final. Entonces recibimos una porción de las ganancias obtenidas por ellos de la venta del producto”.

Aunque el material ha pasado por una etapa de espirales de separación por gravedad, el RC puede todavía recuperar una cantidad importante de toneladas de cromita y hacer que la operación sea comercialmente viable. El rendimiento de la planta – en operación desde comienzos del 2018 – está cumpliendo las expectativas y el equipo de trabajo está logrando los objetivos de grado de concentración y recuperación del mineral y disponibilidad de la planta. “Esto confirma la promesa de productividad sustentable que hemos hecho a nuestros clientes y les permite aprovechar una oportunidad con bajo o ningún riesgo para mejorar sus ingresos aumentando los rendimientos generales de la planta”, afirma.

Aunque hasta ahora el punto focal del concepto de la planta modular ha estado puesto en las aplicaciones en Sudáfrica, el interés internacional está creciendo. Dos unidades incorporadas en una planta modular individual fueron recientemente vendidas a una mina de manganeso en Australia, donde

someterán a tratamiento la fracción fina de un flujo proveniente directamente de la mina. Las pruebas mostraron la necesidad de una configuración diferente para este caso específico, así entonces dos unidades RC operarán en paralelo dividiéndose entre una corriente de finos y una de gruesos.

Un beneficio importante de la tecnología RC es la operación totalmente automatizada. Con sensores que miden la densidad diferencial del material dentro del estanque, la válvula de descarga (underflow) se ajusta en forma automática. El resultado es un producto más constante con menor necesidad de intervención humana. Con esto, el operador queda liberado para enfocarse en el funcionamiento más global de la planta.

“El sistema de control y el software para la planta modular ha sido fabricado internamente en la compañía y estamos implementando métodos para la emisión de informes en forma externa a través de plataformas digitales”, indica. “El administrador de la planta puede ingresar al sistema de control en forma remota y en tiempo real a través de su computador, tablet o teléfono inteligente”.

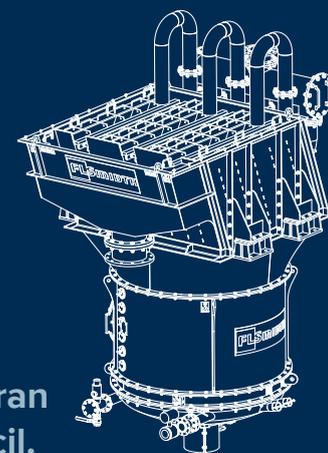
El principal beneficio que los clientes percibirán en la productividad será un aumento en las tasas de recuperación. Sin embargo, esta innovación modular, combinada con las diversas opciones financieras disponibles, hará que esta solución de proceso sea incluso mucho más valiosa. La oportunidad de aumentar los ingresos de la mina sin tener que comprometer el capital como suele suceder, o sin correr riesgos, ha sido pocas veces antes tan clara como ahora. ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

**RICUS VAN REENEN, GERENTE REGIONAL DE LÍNEA DE PRODUCTOS – SEPARACIÓN**

✉ [RICUS.VANREENEN@FLSMIDTH.COM](mailto:RICUS.VANREENEN@FLSMIDTH.COM)

# ¿Cómo el clasificador REFLUX™ aumenta la productividad minera?



Entregar altos niveles de recuperación y a la vez manejar una gran capacidad de tratamiento en forma eficiente no es una tarea fácil. Entonces, ¿exactamente cómo lo logra el Clasificador REFLUX™ (RC™)? y, muy importante, ¿puede ser de beneficio para su operación minera?

**P** ara resumir, el RC es el separador por gravedad para pulpa diseñado específicamente para mejorar los minerales finos, generalmente de menos de 2mm. El componente clave del diseño es un sistema de placas en láminas o conductos inclinados y las canaletas internas de rebose (overflow). Todos estos elementos están contenidos dentro de la cámara de láminas – la parte superior del RC. Los otros dos componentes principales son un separador autógeno de medios densos instalado debajo de la cámara y luego, más abajo, un separador de lecho fluidizado.

El material proveniente de la planta de procesamiento ingresa a través de la boca de alimentación de la pulpa y pasa hacia una malla interna que evita el paso de material sobredimensionado y elimina los materiales errantes o desechos que pueden causar daños a la válvula cerámica de descarga (underflow). Los sólidos de alta densidad y mayor tamaño se sumergen y asientan rápidamente en la cámara de mezclado en la sección media del clasificador, formando un lecho fluidizado de material denso. El lecho fluidizado es producido por una serie de chorros de agua en la base de la cámara de mezclado y elimina las partículas más livianas que pudieran haber sido arrastradas.

Las partículas más livianas y más finas suben en el RC a través de la zona autógena hacia la sección de láminas. La sección autógena es creada por los sólidos finos en suspensión y esta zona ayuda a llevar las partículas más livianas a la sección laminar.

La sección superior contiene los conductos laminares inclinados, un elemento fundamental, y que generalmente se instalan a 6 mm de distancia – aunque esta distancia puede reducirse en el caso de materiales más finos. Las partículas de baja densidad suben a través de estos conductos impulsados por el flujo ascendente de agua proveniente de la alimentación. Los estrechos conductos inclinados producen un patrón de flujo parabólico donde el flujo es más veloz en la mitad del camino entre las paredes del conducto.

Las partículas más livianas son transportadas por el flujo más veloz antes de que puedan asentarse y se desbordan en la parte superior del conducto. Estas partículas al desbordarse caen dentro de las canaletas internas y son descargadas desde el RC. Las partículas de mayor densidad tienden a deslizarse de regreso hacia la parte superior del conducto laminar donde el flujo es más lento. Estas partículas se deslizan hacia abajo por la inclinación, nuevamente formando la zona autógena de medios densos.

Los sensores de presión monitorean la densidad del lecho y controlan automáticamente la válvula de descarga (underflow) para optimizar el nivel y la densidad del lecho. El lecho fluidizado mantiene las partículas en suspensión y rechaza el material más liviano dirigiéndolo hacia arriba y fuera del lecho mientras que las partículas más densas se sumergen y fluyen a través de la válvula de descarga (underflow). El sistema de cuatro enlaces de la válvula mueve el tapón verticalmente, lo que reduce el desgaste y protege contra salpicaduras.

En una innovación reciente, una planta modular RC, FLSmidth seleccionó cuidadosamente el equipo asociado – bombas, harneros, equipos de deshidratación y transportadores – para asegurar el rendimiento óptimo. Estas plantas modulares también son automatizadas y utilizan instrumentación y equipamiento de control avanzados para mantener una operación constante y con un alto nivel de recuperación. ■



**Hemos llegado incluso a ofrecer un modelo basado en los resultados donde suministramos la solución completa además de la operación y la mantención y compartimos el aumento de las ganancias con el cliente. Así de férrea es la confianza que tenemos en este producto”.**

**RICUS VAN REENEN**

GERENTE REGIONAL DE LÍNEA DE PRODUCTOS - SEPARACIÓN

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

**TAAVI ORUPILD, GERENTE GLOBAL DE PRODUCTO, CLASIFICADORES REFLUX**

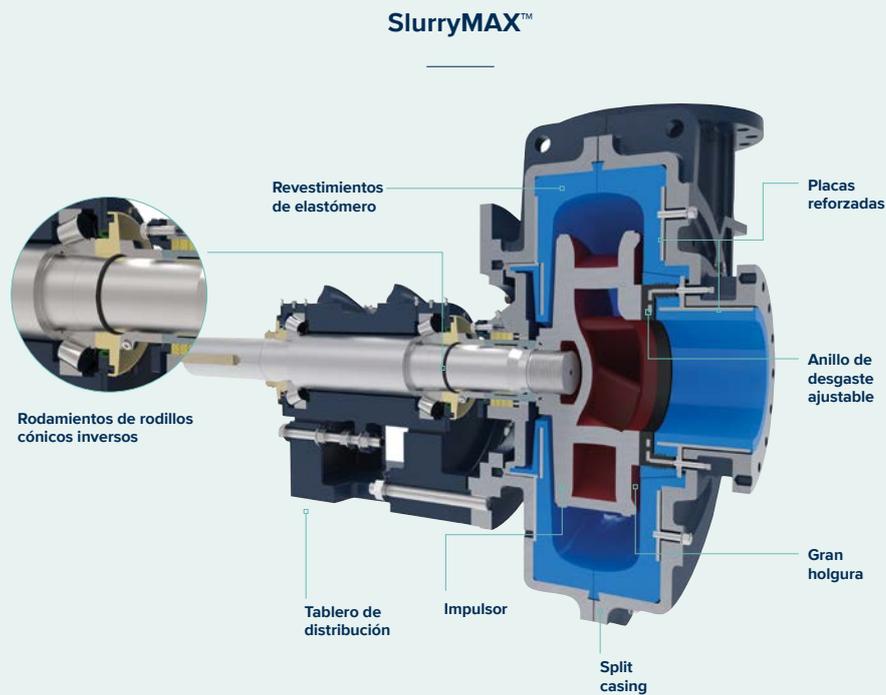
✉ TAAVI.ORUPILD@FLSMIDTH.COM

# Bombeando productividad

MINA DE DIAMANTES KAO, LESOTO  
29.6100° S, 28.2336° E



La mina de diamantes Kao en Lesoto, de propiedad de la empresa Namakwa Diamonds, necesitaba realizar una conversión de una bomba en terreno - una tarea que puede ser dificultosa y además consumir mucho tiempo. Es también una operación de alto riesgo ya que la alimentación al ciclón es crítica para el proceso global y la capacidad de generar ganancias. Una decisión equivocada puede significar una gran pérdida de ingresos. También requiere de mucha confianza permitir el cambio de una bomba que uno ya conoce y reemplazarla por una nueva totalmente desconocida basándose en la promesa de los beneficios del costo de propiedad.



**F**ue el potencial de rentabilidad lo que convenció a la mina de diamantes Kao de implementar la bomba KREBS millMAX™. Después de las conversaciones iniciales, se instaló la primera bomba de prueba – una millMAX 8x6 centrífuga con sello (C/S) – en una aplicación de alimentación de ciclón (DMS 2 bomba 1). Después de siete meses los resultados iniciales indicaban que la millMAX se estaba desempeñando extremadamente bien en el lado de desgaste.

“Los resultados eran increíblemente positivos”, reflexiona Brad Moralee, Jefe de Producto para Bombas Unitarias, Ciclones y Válvulas en FLSmidth. “Cambiar una de las bombas de la competencia en terreno, lo que llamamos una conversión de bombas, es una tarea de gran envergadura. Implica desarrollar relaciones, meterse al barro e involucrarse el trabajo en terreno y hacer las presentaciones técnicas al mismo tiempo que se resuelve el problema técnico. Así entonces, cuando le dan a uno la luz verde, es necesario confirmar los detalles de las tareas y evaluar la instalación para asegurarse de no encontrar sorpresas cuando se comience a instalar la bomba.

“Es una gran presión para nosotros: se nos da una oportunidad durante una detención para realizar el cambio, después del cual la bomba nueva debe operar como se espera cuando la planta sea puesta en marcha nuevamente. Se necesita de un gran producto, pero más importante aún, de una profunda comprensión técnica de la tarea para poder proponer la solución correcta. Comprendemos lo que está en juego por parte del cliente”.

Afortunadamente para Kao, el cambio produjo resultados destacables en comparación con la solución anterior propuesta por otro proveedor. El millMAX aumentó la vida útil nueve veces para el impulsor, la carcasa y el forro. Esto ha significado para Kao un ahorro significativo en los costos directos de reemplazo, ha reducido los tiempos de inproductividad y ha tenido ahorros en gastos de mano de obra.

Kao estaba muy impresionada con los beneficios obtenidos con el cambio, pero una leve filtración en un perno estaba causando preocupación. Para resolverlo Kao nuevamente buscó el apoyo de FLSmidth que sugirió realizar una prueba de un mes con slurryMAX®, que había llegado recién al mercado sudafricano. La prueba del slurryMAX se basó puramente en

sus capacidades de sello ya que Kao confiaba en el rendimiento hidráulico de la bomba y no tenía dudas con respecto del desgaste ya que estaban seguros de que el slurryMAX presentaría una vida útil predecible y pareja en las piezas expuestas al proceso húmedo.

La confianza de Kao también residía en el hecho que el diseño de slurryMAX se basa en la gama de millMAX con cuya tecnología aplicada en el anillo de desgaste se ha desarrollado una bomba de pulpa eficiente y de larga duración. La principal diferencia entre millMAX y slurryMAX es que millMAX es una bomba completamente de metal, lo que significa que no tiene una carcasa externa y un revestimiento interno anti-desgaste (la cubierta está fabricada en material anti-desgaste con alto contenido de cromo), mientras que slurryMAX tiene un diseño de cubierta partida con un revestimiento interior reemplazable. El objetivo de este diseño es que se puede seleccionar el material del revestimiento entre múltiples opciones para ajustarse en la misma cubierta exterior. Las propiedades de slurryMAX han sido mejoradas, se incluye un impulsor más eficiente y un tapón de drenaje de agua opcional para una mantención más sencilla, permitiendo que el agua que pudiera haberse asentado en el fondo de la bomba sea drenada rápidamente.

“La implementación se realizó sin problemas, aunque fue necesario cambiar la orientación de la espiral en terreno. Y hasta ahora, la bomba sigue funcionando perfectamente y sin ninguna filtración. Kao está muy satisfecha con la hidráulica y el reducido desgaste de nuestras bombas, lo que ha significado que su costo de propiedad sea muy bajo. Recientemente hemos recibido una orden de compra del cliente por otras dos bombas slurryMAX y también han expresado su interés en nuestras bombas slurryMAX 6x4 y slurryMAX 10x8”, concluye Leigh Rieder, Ingeniero de Ventas de FLSmidth. ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

**BRAD MORALEE, VICEPRESIDENTE Y HEFE DE PRODUCTOS UNITARIOS, BOMBAS, CICLONES Y VÁLVULAS**

✉ BRAD.MORALEE@FLSMIDTH.COM

# Black Wattle Colliery reduce los costos de procesamiento gracias a sus alimentadores flexibles de recuperación

Fácil de mover, fácil de instalar y ajustable a distintas alturas de descarga. La adaptabilidad de la gama de alimentadores de recuperación modulares de baja capacidad Buffalo™ de FLSmidth, son una solución versátil para la minería de nivel medio como también para las operaciones de mayor tamaño que necesitan unidades flexibles de reemplazo para los apiladores-recuperadores.

Incluso el alimentador de recuperación puede ser útil para mejorar la productividad en su planta. En Black Wattle Colliery en Sudáfrica, la planta minera necesitaba alimentación y clasificación de su carbón (ROM) proveniente de la mina con una capacidad nominal de 350 tph. La alta contaminación de rocas tenía un efecto perjudicial en la operación del procesamiento del carbón y la empresa esperaba que una mejora del sistema de chancado y manejo del material ROM pudiera incrementar la seguridad, reducir los tiempos de inactividad y los costos y además aumentar las eficiencias del procesamiento del carbón.

El caso era consistente para un aumento de productividad y se obtuvo la aprobación del gasto de capital para la adquisición de nuevos alimentadores de recuperación, sizers y correa. “Obtuvimos inmediatamente el aumento del 5% que habíamos estimado. Sin embargo, siguió incrementándose en forma progresiva hasta llegar a alrededor del 7%”, dice Robert Grobler, Director de Minería en Black Wattle Colliery.

## Diseñado para la eficiencia

Al diseñar la última serie de alimentadores de recuperación, los ingenieros de FLSmidth pensaron en la eficiencia y productividad, pero en una perspectiva más amplia. Los alimentadores no son sólo eficientes en la tarea fundamental de alimentar los materiales, ellos también han sido diseñados para adaptarse a casi cualquier tipo de situación en terreno.

“Por ejemplo, son modulares. El formato permite dife-

rentes alturas de descarga y plataformas de carga de distintas longitudes para adaptarse a la aplicación específica. Han sido diseñados para ser alimentados por un camión, cargador frontal o topadora sin tener que invertir en altos muros de concreto para este tipo de tarea. Estas soluciones modulares agregan valor a cualquier operación pues pueden ser adaptadas para satisfacer los requerimientos específicos y a la medida para mejorar la productividad”, dice PC Kruger, gerente de cuentas de carbón de FLSmidth en África Sub-Sahariana.

## A la medida y rentable

Los alimentadores de recuperación se ajustan en un contenedor estándar para su embarque. Pueden instalarse sobre patines o ruedas y son fáciles de reubicar en diferentes posiciones con un equipo de patio estándar, lo que asegura que siempre estén cerca de la pila de acopio.

El centro de control de motor está incorporado al interior del alimentador de recuperación y sólo es necesario aislar la alimentación eléctrica antes de reubicar la unidad. El diseño modular hace que sea fácil y muy rápido poder reemplazar las partes individuales ya que el diseño permite su reemplazo en todo el alimentador.

“En términos de adaptabilidad y flexibilidad estos alimentadores son los mejores sin duda alguna. Son adaptables a las necesidades específicas, rentables y diseñados para una mantención segura y sencilla”, indica Kruger.



**Obtuvimos inmediatamente el aumento del 5% que habíamos estimado. Sin embargo, fue incrementándose en forma progresiva hasta llegar a alrededor del 7%.**

**ROBERT GROBLER**

DIRECTOR DE MINERÍA EN BLACK WATTLE COLLIERY



**SI QUIERE CONOCER MÁS SOBRE LOS ALIMENTADORES MODULARES DE RECUPERACIÓN BUFFALO™ VISITE**

[flsmidth.io/black-wattle](https://flsmidth.io/black-wattle)



### LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DE LOS ALIMENTADORES DE RECUPERACIÓN BUFFALO™

- **MAYOR MOVILIDAD** Todos los alimentadores de recuperación son semimóviles, lo que significa que se pueden reubicar fácilmente cada vez que sea necesario
- **ALTO RENDIMIENTO** Un diseño resistente con soportes y secciones modulares fáciles de reemplazar en toda la extensión del alimentador
- **FÁCIL MANTENCIÓN** Las escotillas de acceso permiten una fácil mantención de las barras, plataformas y cadenas. Los cojinetes se lubrican desde un sistema de auto lubricación accesible
- **SEGURO** La estructura del alimentador incluye plataformas con pasamanos para acceso durante las actividades de mantención. Entre otras características se incluyen las protecciones de seguridad, cubiertas de inspección, placas de piso antideslizantes y supresión de polvo.
- **INSTALACIÓN FLEXIBLE** Los alimentadores y las alimentadoras trituradoras pueden suministrarse como unidades auto soportadas con o sin obras civiles, o en forma de una construcción de múltiples unidades con tolvas y clasificadores. Pueden ser pre-armadas y dispuestas en contenedores

### Una solución real adecuada para su objetivo

El diseño de los alimentadores de recuperación los hace equipos óptimos para materiales blandos no abrasivos como carbón, sal, potasio y yeso. El tambor ajustable de la rompedora reduce los terrones a un tamaño de 150 mm y el material es alimentado a las correas transportadoras a una tasa ajustable de hasta 2.000 toneladas por hora.

“Un sistema hidráulico tensor asegura la tensión ideal y continua de la cadena en el conjunto tensor del eje. Y con los componentes auxiliares como los conjuntos de ruedas, luces, sistemas de lubricación y propiedades de seguridad, esta oferta es realmente una solución adecuada al objetivo”, agrega Kruger. En Black Wattle, los alimentadores de recuperación efectivamente se han adecuado al propósito.

“Nos dimos cuenta inmediatamente del aumento en las eficiencias del procesamiento de carbón con un aumento en los productos comercializables y donde uno de los beneficios adicionales es la reducción de los bloqueos en los chancadores y las detenciones de la planta – todo lo que en su conjunto ha mejorado la seguridad, aumentó la productividad y redujo los costos de procesamiento de la planta”, dice Grobler.

### El respaldo ideal para el apilador y los sistemas de recuperación

La solución de FLSmidth es óptima para las empresas mineras de tamaño medio, pero la adaptabilidad también la hace una buena alternativa para las operaciones de mayor tamaño.

“Nuestros alimentadores y las alimentadoras trituradoras pueden suministrarse como unidades auto soportadas con o sin obras civiles, o en forma de una construcción de múltiples unidades con tolvas y clasificadores. Esto representa un sistema de apoyo ideal para los sistemas de apilado y recuperación y pueden implementarse en aplicaciones de vaciado lateral o posterior de modo de reducir la duplicación del manejo del material”, dice Kruger. ■

PARA MÁS INFORMACIÓN, CONTACTE A

**PC KRUGER, GERENTE, EQUIPO DE CAPITAL**

✉ [PC.KRUGER@FLSMIDTH.COM](mailto:PC.KRUGER@FLSMIDTH.COM)



## SOME LIKE IT HOT

Mermelada, vino, ketchup y salsa picante. No son cosas que se nos vengan instantáneamente a la mente cuando miras un Hidrociclón de FLSmidth Krebs® en operación en una planta minera.

Y aunque las plantas de oro, cobre y hierro, entre otras, han disfrutado los beneficios de nuestros ciclones durante los últimos 50 años, hay otras industrias que también han descubierto su potencial.

Resulta que la tecnología de separación de alto rendimiento tiene una amplia variedad de aplicaciones en rubros no mineros, incluyendo algunas marcas líderes de la industria de los alimentos. ¿Alguien sabía que Krebs podría ser tan pícaro y diverso?