

# SOLID

#1 2020

## GROUND

UNA REVISTA DE  
SANDVIK MINING AND ROCK TECHNOLOGY

**Canadá:**

**Una solución  
inesperada**

**Serie 800i:**

**Pega  
fuerte**

**Sustentabilidad:**

**Fragmentación  
inteligente**

**EE.UU: Cantera Oconee County**

# Versatilidad en áridos

**SANDVIK**

# Estimado lector,

**LIDERANDO LA MARCHA** hacia más seguridad, sustentabilidad y eficiencia, hemos visto enormes progresos en el sector de la minería y la construcción en los últimos años. La demanda de una mayor extracción, ya sea para obtener minerales o producir áridos para la construcción –siempre bajo crecientes exigencias de seguridad, sustentabilidad y eficiencia– exige a la industria el desarrollo de nuevos métodos y tecnologías innovadoras.

**COMO PRESIDENTE DE** Sandvik Mining and Rock Technology, estoy entusiasmado con el papel que me toca en esta flamante década. Como organización, nos enfocamos en nuestros clientes, estableciendo colaboraciones para desarrollar y aportar soluciones diseñadas para mejorar su seguridad, su eficiencia y su productividad. Tecnología e innovación constituyen el núcleo de nuestro trabajo para fortalecer nuestra oferta de servicios y productos.

**ES UN PERÍODO** apasionante para nuestra industria, a medida que da pasos en su evolución, con la automatización, la digitalización y la electrificación. Es un desarrollo en el que Sandvik Mining and Rock Technology está decidido a mantenerse a la vanguardia.

**EN ESTE NÚMERO** de Solid Ground, encontrará muchos ejemplos de esto, como nuestros cargadores eléctricos, la conminución eficiente para la producción de áridos y el tunelaje automatizado.

**ME ENTUSIASMA LA** perspectiva de continuar trabajando con ustedes en este cometido. Como digo a menudo, la sustentabilidad y la productividad van de la mano. Juntos podemos cumplir nuestro papel en cambiar nuestra industria para bien.



**HENRIK AGER**  
PRESIDENTE, SANDVIK MINING  
AND ROCK TECHNOLOGY



## NOTICIAS SANDVIK

Precisión imprescindible ..... 4

## VOGELSBERGER BASALTWERK

En el corazón del proceso ..... 6

## PERFIL

Resuelve rompecabezas ..... 8

## EL EXPERTO

Circularidad en carguío y transporte .. 9

## CEMENTO MCINNIS

Salvados por sorpresa ..... 10

## TRITURADORAS DE CONO SANDVIK 800i

Conectividad inteligente ..... 16

## CANTERA DEL CONDADO DE OCONEE

Un futuro flexible ..... 20

## SANDVIK DT1132i

El paquete completo ..... 26

## MEDIOAMBIENTE, SALUD Y SEGURIDAD

El silencio es oro ..... 30

## SUSTENTABILIDAD

Corregir la conminución ..... 33

## PERSPECTIVA GLOBAL

El tunelaje, antes y ahora ..... 36

**SOLID GROUND** revista de negocios y tecnología de Sandvik Mining, Kungsbron 1, 111 22 Estocolmo, Suecia. Tfn: +46 (0)8 845 61100. Se publica dos veces al año en alemán, bahasa, chino, español, francés, inglés, portugués, ruso y sueco. Es una revista gratuita para los clientes de Sandvik Mining and Rock Technology. Publicada por Spoon Publishing de Estocolmo, Suecia. ISSN 2000-2874.

**Editora responsable:** Jeanette Svensson. **Jefe de proyecto:** Eric Gourley. **Jefe de redacción:** Jean-Paul Small. **Subjefe:** Michael Miller. **Director creativo:** Erik Westin. **Coordinación de idiomas:** Louise Holpp. **Editor en español:** Eric Oller Westerberg. **Traducción:** Stephen Pepper. **Preprensa:** Markus Dahlstedt. **Consejo editorial:** Marie Brodin, Eric Gourley, Conny Rask Jeanette Svensson

Por favor, tenga en cuenta que no se aceptan artículos no solicitados. El material publicado en la revista sólo puede ser reproducido con autorización previa. Consulte al jefe de redacción de Solid Ground. Los artículos y opiniones expresadas en Solid Ground no reflejan necesariamente los puntos de vista de Sandvik Mining y la redactora jefe.

AutoMine, Dino, Leopard, OptiMine y Ranger son marcas registradas de las empresas de Sandvik Group en Suecia y otros países. E-mail y cuestiones de distribución: solidground@sandvik.com Internet: www.minestories.com

Solid Ground se publica con fines informativos Su contenido es de carácter general y no debe ser tomado como consejo o base para decisiones en cuestiones específicas. Cualquier uso de la información proporcionada es por cuenta y riesgo del usuario, y Sandvik Mining no se responsabiliza de los posibles daños directos, indirectos o de otro tipo, derivados del uso de la información publicada en esta revista.

Sandvik procesa la información personal de acuerdo al Reglamento General de Protección de Datos de la UE (GDPR). Puede ver los detalles en www.home.sandvik/privacy. Para darse de baja o modificar su suscripción escriba a solidground@sandvik.com



# Sumario **1.20**



## 20

Movilidad es igual a crecimiento y productividad.



## 10

Una perforadora de sustitución soluciona un problema.



## 08

Objetivos ambiciosos en México.



## 36

Pasión por los túneles.



## 26

Todo en uno: precisión, potencia y seguridad.

## 16

La serie 800i de Sandvik para una trituration más sustentable.



## La alternativa Sandvik Reborn

▶ Hanson, un proveedor de materiales de construcción de Bunbury, Australia Occidental, avisaba un largo y costoso cierre de la planta cuando su envejecida trituradora comenzó a fallar en 2018. Podía elegir entre varias alternativas, ninguna de ellas muy atractiva: cerrar la planta y reconstruir la trituradora, lo que llevaría mucho tiempo; cambiar la trituradora por otra nueva; o pedir un eje principal nuevo y rezar para que no se produjera una falla catastrófica antes de que llegara.

El equipo local de Sandvik propuso otra alternativa: una solución Sandvik Reborn. Eligiendo una Sandvik CH440 Reborn, la planta volvió a funcionar a pleno ritmo en tan solo dos días.

“Fue un proceso indoloro”, explica Kyle North, gerente de planta en aquel tiempo. “Utilizando una grúa, sacamos la trituradora vieja por la mañana y por la tarde, llegó la nueva. Dos días después, ya estábamos trabajando. Fue una operación perfectamente coordinada desde ambas partes”.



## La seguridad primero y siempre

▶ El nuevo cargador subterráneo ignífugo Sandvik LS312 cumple las últimas normas internacionales sobre seguridad. Con su motor C7.1 Tier II, este nuevo cargador de 12 toneladas de peso incorpora sistemas electrónicos de apagado de seguridad del motor y protección contra vuelcos y caídas de objetos (ROPS/FOPS). El motor diesel está integrado en un nuevo sistema homologado que minimiza las emisiones, el mantenimiento y el costo total de propiedad.

El nuevo cargador, dotado del sistema de desconexión rápida (QDS) de Sandvik, aporta una solución segura y eficiente para los desafíos de las minas de carbón en el carguío y acarreo subterráneo. Asimismo, el motor Tier II y los sistemas integrados de postratamiento de los gases de escape reducen la exposición a los humos nocivos del diesel. Los costos de explotación son sustancialmente menores, gracias a una reducción del volumen de consumibles, un ahorro de hasta un 20% en el consumo de combustible y una reducción del 15% del tiempo requerido para el mantenimiento.



## Precisión imprescindible

▶ La empresa neozelandesa RedBull Powder Company depende de los datos de calidad, recopilados en cada perforación y tronadura, para impulsar la seguridad, la innovación y la mejora continua. A raíz de su colaboración de 10 años con Sandvik, se ha convertido en la primera empresa de perforación y tronadura de Nueva Zelanda que utiliza el sistema GPS y MWD TIM3D de las nuevas perforadoras Sandvik.

Cuatro de sus 12 perforadoras Sandvik incorporan el TIM3D, que mejora la precisión de perforación, la eficiencia y la productividad en la explotación de canteras. Utilizando sistemas por satélite, la mayor precisión del TIM3D mejora la fragmentación y reduce los bolones y finos, produciendo barrenos paralelos con espaciados y profundidades precisos. El sistema también elimina la necesidad de prospecciones previas, minimizando el riesgo de errores y acelerando significativamente el ritmo de perforación.

“El sistema de control permite configurar automáticamente los barrenos y la posición del mástil, con más precisión y menos repeticiones. Y la capacidad de enviar el plano de perforación directamente al operador mediante coordenadas GPS nos ahorra mucho tiempo”, resume Nick Bastow, director técnico de la empresa.



## A plena carga

▶ Sandvik Mining and Rock Technology ha entregado dos cargadores Artisan A10 a la mina Kirkland Gold Macassa en Ontario, Canadá.

El A10 es el cargador más eficiente de su clase, con una capacidad de transporte de 10 toneladas y unas dimensiones exteriores equivalentes a un cargador diesel de 7 toneladas. Dotado de innovadoras características de diseño, el Artisan A10 acorta los tiempos de ciclo gracias a velocidades más altas y utiliza la energía

captada mediante el frenado regenerativo para recargar la batería.

El Artisan A10 incorpora el motor eléctrico más potente del mercado y un sistema patentado de baterías de litio-ferrofosfato para la eliminación total de partículas diesel en los entornos subterráneos. Cuenta con un sistema exclusivo de autocambio de batería que acorta el tiempo de cambio de la batería, reduce las necesidades de infraestructura y, lo más importante, mejora la seguridad.

## Perforación estrecha y precisa

▶ Desarrollada para aplicaciones en vetas angostas y otros espacios reducidos, Sandvik Mining and Rock Technology lanza una nueva familia de perforadoras de veta angosta, la Sandvik 2711. Sencillas de manejar y más seguras, están fabricadas con componentes robustos y ofrecen una excelente relación rendimiento-costo de propiedad.

Métodos de minería selectivos y el desarrollo de túneles estrechos pueden abaratar el costo de extracción, además de controlar la dilución cuando el mineral se distribuye en vetas angostas de menos de 2-3 metros de ancho. Las perforadoras están equipadas con los sistemas de monitoreo de flotas de Sandvik, que permiten mejorar el rendimiento y la gestión de las flotas. La serie consta de tres tipos de perforadoras basadas en una plataforma común: la Sandvik DD2711 para la perforación de desarrollo, la Sandvik DS2711 para el empernado y las Sandvik DL2711 y DL2721 para la perforación de producción de tiros largos.



## Rendimiento y tranquilidad

▶ Priorizando la seguridad, la eficiencia y el rendimiento, Sandvik Mining and Rock Technology ha lanzado el nuevo empernador Sandvik DS512i para galerías de 5 x 5 m. Con un carro totalmente nuevo, martillo hidráulico de alta frecuencia, sistema de control y cabina ergonómica, el Sandvik DS512i es más seguro y eficiente, garantizando una tranquilidad total en las operaciones de refuerzo de roca.

Sistemas de control inteligentes actúan durante la perforación, cementación y apriete de pernos, creando un proceso altamente autónomo. Puntos de servicio de acceso fácil desde el suelo maximizan la eficiencia de la máquina y agilizan el mantenimiento y la localización de fallas. Además de ser el empernador ideal para túneles, sus prestaciones lo convierten en una gran opción para el empernado de galerías de minas.

## POTENCIA COMPACTA

▶ Tras dos años de mejoras constantes, la nueva perforadora TH para superficie a control remoto DC410Ri ofrece avances significativos en confiabilidad eléctrica y mecánica, un 15% más de potencia de traslado y un gran número de actualizaciones que conducen a una mayor confiabilidad y productividad.

Una máquina compacta para barrenos de 51 a 76 milímetros, la Dino DC410Ri representa una verdadera puesta al día respecto a su antecesora, la Dino DC400Ri. Ofrece movilidad y estabilidad a los contratistas que trabajan con poco espacio en obras urbanas y también soporta las duras condiciones de trabajo en canteras e infraestructuras. Su sistema eléctrico totalmente renovado está a la altura de las exigencias, con componentes como las tarjetas E/S. Se han reforzado varios detalles mecánicos, incluyendo un soporte de traslado con bastidor de acero para la viga de corredera y brazos más robustos para el manejo de barras.

Otro detalle práctico es la posibilidad de duplicar la pantalla de control de perforación en un celular o tablet Android. La pantalla remota ofrece una visión perfecta de la alineación de la perforadora y visualiza los parámetros de perforación y traslado para un control fácil y preciso.



# En el corazón del proceso

**BÜDINGEN, ALEMANIA.** Desde que Vogelsberger Basaltwerk modernizara su planta de procesado, instalando una nueva trituradora de reducción secundaria, la producción de basalto aumentó un 20 por ciento.

TEXTO: **ERIC GOURLEY** FOTO: **ADAM LACH**

**DIETER PRACHT MIRA** hacia la cantera de Büdingen-Rinderbügen y ve la carga de un camión minero. Como gerente de operaciones de Vogelsberger Basaltwerk GmbH & Co. KG (VBW) debe asegurarse de que los procesos y sistemas estén optimizados para alcanzar sus objetivos anuales de producción, actualmente entre 500 y 700 mil toneladas de basalto.

A unos 60 kilómetros al noreste de Frankfurt, VBW explota el basalto de una formación montañosa de 19 millones de años de antigüedad, Vogelsberger, la mayor región volcánica del centro europeo.

VBW produce grava, arena y otras materias primas utilizadas fundamentalmente como agregados del asfalto y el hormigón. A medida que aumenta la demanda sobre sus productos, aumenta la presión sobre la planta de procesado.

**TRAS MÁS DE 30** años de servicio en la etapa secundaria, la trituradora de cono S1650 de VBW alcanzó el límite de capacidad en 2016. El director general, Bernd Krempel, y Pracht comenzaron la búsqueda de un nuevo equipo con un mayor radio de reducción, que no solo aumentara la capacidad del proceso sino la calidad del producto.

En un principio, VBW quiso reemplazar la unidad obsoleta con una trituradora de cono Sandvik de la serie CH, que hubiera demandado una reducción tanto del tamaño como del volumen del material a procesar.

“No hubiera sido posible aumentar la



**Bernd Krempel, director general de Vogelsberger Basaltwerk.**

producción manteniendo el mismo radio de reducción”, dice Krempel.

Poco tiempo después, Sandvik anunció el lanzamiento de su modelo CS550 y el diseño de la nueva trituradora interesó a Krempel y a Pracht.

“Básicamente es un híbrido de dos modelos probados, una trituradora plana de cono y una trituradora giratoria”, dice Krempel.

Con su capacidad para trabajar a mayor presión que otras trituradoras Sandvik CS y con

los componentes de probada confiabilidad de esa misma serie, la CS550 se perfiló como la solución ideal para VBW.

Utilizando el software PlantDesigner –y sobre la base de datos de VBW con valores reales sobre la humedad del material, la densidad de la carga a granel y el porcentaje de arcilla– Sandvik realizó simulaciones del proceso.

“Las simulaciones fueron muy importantes para nosotros”, dice Krempel. “Las competencias de nuestras personas de contacto en Sandvik contribuyeron a nuestra confianza”.

**PERO AÚN CUANDO** estaba seguro de que la nueva trituradora Sandvik CS550 fuese la apropiada, Krempel admite que estaba nervioso por ser el primer usuario del modelo.

“Estamos hablando del corazón de nuestra planta, para no mencionar los costos de inversión”, dice. “Y como éramos conejillos de prueba, solo nos podían ofrecer estimados de su capacidad. Por eso estaba nervioso”.

Pracht, por el contrario, estaba más confiado. “Personalmente, no estaba nervioso”, dice. “Tenía mucha confianza. Y me decía: ‘si somos los primeros, Sandvik se ocupará muy bien de nosotros para asegurar que estos sea un éxito’. Y es lo que pasó”.

VBW puso en servicio la Sandvik CS550 en febrero de 2017 y pronto registró un notable aumento en la capacidad de la planta.

“La mayor ventaja –la que esperábamos



**Dieter Pracht, gerente de operaciones de Vogelsberger Basaltwerk, opina que el mayor radio de reducción de la CS550 es su principal ventaja.**



## SANDVIK CS840i

La Sandvik CS840i es una trituradora secundaria de cono de gran capacidad y potencia, que entrega precisión y calidad. Lanzada en septiembre de 2019 como una actualización de la CS550, cuenta con el nuevo sistema de automatización y conectividad ACS para asegurar una operación y una relación costo-rendimiento óptimas con un mínimo de intervención del operador.

La nueva trituradora está conectada a My Sandvik y cuenta con una tolva mejorada. La Sandvik CS840i puede aumentar el radio de reducción en un 25 por ciento y bajar la recirculación a la mitad manteniendo el mismo alto nivel de calidad del producto.

siempre dispuestos a escuchar y siempre accesibles. Ha sido una relación de trabajo, una colaboración, muy satisfactoria”.

**CON SU SANDVIK CS550** en el centro de la planta de proceso, ahora más productiva, VBW busca nuevas oportunidades de optimización. Por ejemplo su trituradora primaria que, aun operando al límite de su capacidad, apenas puede seguir el paso de la nueva trituradora a media máquina.

Pese a este cuello de botella primario, VBW ha incrementado la producción de basalto en un 20 por ciento desde la puesta en servicio de la Sandvik CS550, aun cuando opera el equipo a su límite máximo de reducción, de 24 milímetros.

“Nos ayuda a producir un producto final de calidad, con una forma muy consistente”, dice Krempel. “La Sandvik CS550 nos ofrece todo el rendimiento que necesitamos, y aún más”. ■

## VOGELSBERGER BASALTWERK

Vogelsberger Basaltwerk GmbH & Co. KG (VBW), parte del grupo empresario Dressler Verwaltungsgesellschaft mbH, procesa basalto para una variedad de grava y áridos para ingeniería civil, caminos, jardinería y paisajismo. VBW produce además mezclas de relleno naturales y de reciclaje. Sus productos están disponibles en una gran variedad de tamaños, calidades y cantidades. La empresa tiene 17 empleados, 43 hectáreas de extracción y 70 hectáreas de planta.

lograr— fue el gran radio de reducción. Y una mayor fluidez del proceso”, dice Pracht. “Ahora logramos un rendimiento mejor con la presión descendente porque tenemos menos flujo de retorno. Y en comparación con los productos de los competidores, tenemos la mayor entrada de material”.

Una menor recirculación resulta en menos desgaste y tiempo de parada.

“Los costos cayeron, tanto de la trituradora como de los equipos subsiguientes, como nuestra trituradora giratoria para la producción de gravilla”, dice Krempel. “Como podemos alimentar un material más fino, los costos de desgaste y electricidad se redujeron significativamente”, explica.

**LA SANDVIK CS550** tiene una cámara de trituración rediseñada para lograr una calidad mejorada del producto. VBW alimenta la cámara del equipo con entre 250 y 300 toneladas por hora. El material, con reducción primaria de entre 250 y 350 milímetros, es llevado en un 80 por ciento al tamaño preferido de VBW: < 32

milímetros.

Pracht dice que el sistema de control de la Sandvik CS550 tiene grandes ventajas sobre el del equipo anterior. Lleva solo unos pocos pasos ajustar la trituradora a diferentes tamaños de piedra.

“Ahora, en comparación, tenemos mucha más flexibilidad”, dice. “Podemos adaptar el proceso más rápidamente para ajustarnos a las necesidades de nuestros clientes y satisfacer la demanda. Compramos la CS550 para producir agregados más finos. Pero con solo apretar un botón, podemos ajustar el cono y tenemos un material más grueso inmediatamente. No hay nada mejor en el mercado en este momento”.

En dos años de operación, la confiabilidad de la trituradora sigue siendo tan importante para VBW como su productividad.

**“EL FACTOR MÁS** importante era la confiabilidad, que verdaderamente necesitábamos”, recuerda. “También importa la rapidez en la respuesta, cuando surgen dudas o problemas reales. Los técnicos de Sandvik son de confiar,

# P & R



## RESUELVE ROMPECABEZAS

**Objetivos ambiciosos y un entorno complejo resultan en constantes desafíos para Fernando Viezcas, gerente de operaciones subterráneas de la mina de oro Pinos Altos, de Agnico Eagle, en el norte de México. Sandvik –con sus herramientas de alto rendimiento y la presencia permanente de tres técnicos– le da confianza y tranquilidad.**

**P ¿CUÁL ES SU PAPEL EN PINOS ALTOS?**

Soy responsable de las actividades subterráneas. Eso incluye coordinar la producción, desarrollo y construcción conforme a las normas de seguridad.

Entré a Agnico Eagle en 2007, como miembro del equipo de planificación inicial. Una vez en marcha la producción, fui nombrado sucesivamente supervisor, jefe de mina y luego superintendente. Las oportunidades que he tenido en Agnico han sido fantásticas y estoy muy agradecido por la confianza que han depositado en mí.

**P ¿CUÁLES SON SUS PRINCIPALES DESAFÍOS?**

Sin duda, este año ha sido el más complejo a nivel profesional, con el objetivo de aumentar la producción en un 40% . Es un desafío que todos estamos decididos a cumplir, sin comprometer la seguridad de los trabajadores.

Para lograr nuestros objetivos, hemos tenido que invertir en más máquinas y más recursos humanos, pero también en más

infraestructura. A medida que ampliamos la actividad subterránea, necesitamos más ventilación, más espacio para el relleno; el nivel de exigencia es cada vez mayor. Es un enorme rompecabezas logístico.

**P ¿CÓMO AFECTA AL SERVICIO LA UBICACIÓN DE LA MINA?**

Pinos Altos está a casi 3.000 metros sobre el nivel del mar. La roca aquí es muy dura y fracturada y eso impone un esfuerzo adicional a las herramientas de roca, en un entorno en el que no podemos parar.

El aeropuerto internacional más cercano se encuentra a cinco horas por carretera. Por eso, debemos tener a mano todo lo que necesitamos –suministros, personas, repuestos– para no tener que interrumpir la producción.

**P ¿CÓMO AYUDA SANDVIK A AFRONTAR ESOS DESAFÍOS?**

Sandvik nos asegura desde hace tiempo un apoyo total; no he tenido que dedicar tiempo a buscar alternativas. Actualmente, Sandvik

nos provee de todas nuestras perforadoras subterráneas porque tienen la confiabilidad y la flexibilidad necesarias para sobrellevar las duras condiciones de trabajo aquí.

**P ¿CÓMO DESCRIBIRÍA SU RELACIÓN CON SANDVIK? ?**

Contamos con el apoyo permanente de tres técnicos de Sandvik, que trabajan aquí en la mina los 365 días del año. Es una condición imprescindible de nuestro convenio. Lo que marca la diferencia es su plena integración como miembros del equipo. No solo se encargan del mantenimiento de las máquinas de Sandvik sino también ofrecen asesoramiento proactivo y ayudan a nuestros propios técnicos a desarrollar sus competencias. ■

**Fernando Alonso Viezcas Luevano**

**Edad:** 38

**Cargo:** Gerente de operaciones subterráneas

**Nacido en:** Chihuahua, México

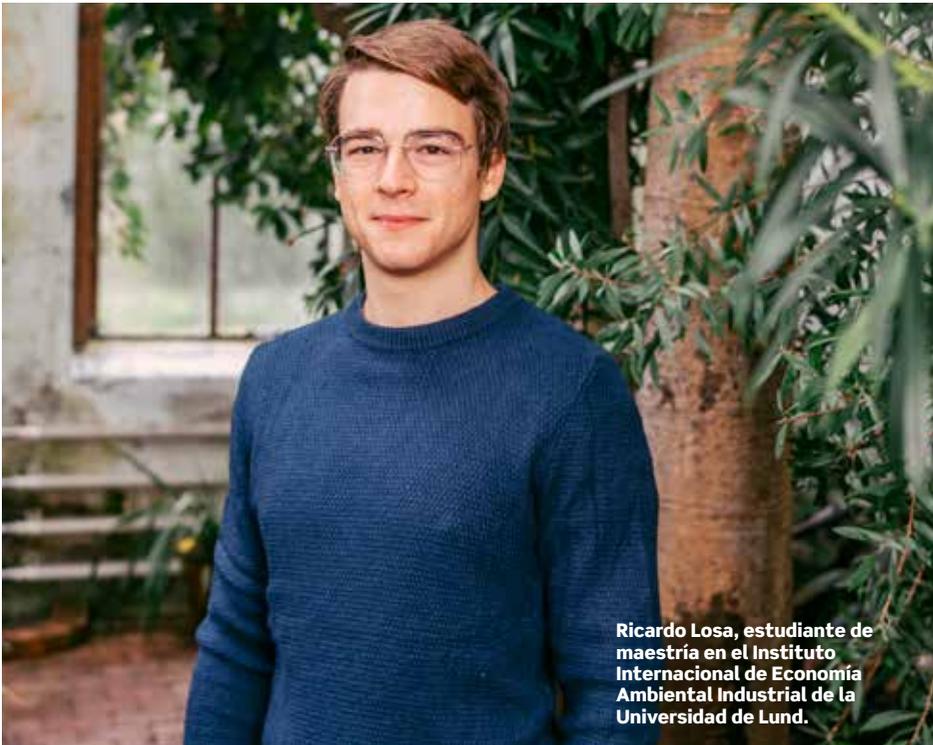
**Vive en:** Camargo, Chihuahua, México

**Familia:** Casado. Tres hijos varones

**Aficiones:** Caminar por el campo en Chihuahua

# El experto

**Ricardo Losa cree que un modelo circular puede aportar beneficios económicos y medioambientales a la División de Carguío y Transporte de Sandvik.**



Ricardo Losa, estudiante de maestría en el Instituto Internacional de Economía Ambiental Industrial de la Universidad de Lund.

**A PRINCIPIOS DE** 2019, Sandvik Mining and Rock Technology inició una colaboración con el Instituto Internacional de Economía Ambiental Industrial (IIIEE) de la Universidad de Lund. ¿El objetivo? Ayudar a hacer más sustentable su negocio. El estudiante de maestría Ricardo Losa ha emprendido un proyecto de investigación para ayudar a la División de Carguío y Transporte a implantar un modelo circular. Habló con Solid Ground de sus hallazgos y de cómo implementar esos cambios puede aportar un sinnúmero de beneficios a la división y, a través de ella, a los clientes.

**P: ¿CÓMO TE SUMASTE AL ESTUDIO DE UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA DIVISIÓN DE CARGUÍO Y TRANSPORTE DE SANDVIK MINING AND ROCK TECHNOLOGY?**

**R:** Christina Hansson, especialista global de Sandvik en EHS, ha estudiado en el IIIEE. Se puso en contacto con uno de nuestros profesio-

res para ver si había estudiantes interesados en trabajar por este objetivo en Sandvik Mining and Rock Technology. La empresa ya sabía que una economía circular puede aportar claros beneficios económicos, medioambientales, sociales y de sustentabilidad. El primer paso de mi viaje de investigación fue intentar comprender el contexto en el que opera Carguío y Transporte, y descubrí que mucho de lo que hacían ya estaba relacionado con la circularidad.

**P: ¿QUÉ SUGERENCIAS HAS HECHO EN BASE A TU INVESTIGACIÓN?**

**R:** Después de evaluar mi metodología para ver si era eficaz para apoyar la implementación de una economía circular, hice algunas sugerencias para mejorarla. Junto con Sandvik, priorizamos estas sugerencias en tres categorías: trabajar con los proveedores, fortalecer el programa de reconstrucción y centrarse en el diseño.

**P: EMPECEMOS CON LOS PROVEEDORES. ¿CÓMO PUEDEN AYUDAR A LOGRAR UNA ECONOMÍA MÁS CIRCULAR?**

**R:** Uno de los pilares de una economía circular es mejorar la eficiencia en el uso de recursos y energía. Los proveedores pueden suministrar a Sandvik materiales más sustentables para construir equipos más ligeros o más eficientes en el consumo de combustible, o materiales ya reciclados. Sandvik se ha propuesto llegar a un 90% de circularidad en 2030, y quiere que sus proveedores hagan lo mismo. Por lo tanto, es un buen punto de partida. Sandvik también proyecta implantar un modelo circular en toda su cadena de suministro.

**P: PASEMOS AL PROGRAMA DE RECONSTRUCCIÓN. ¿CÓMO PUEDE AYUDAR?**

**R:** El programa de reconstrucción, es decir, el reacondicionamiento de equipos viejos con piezas nuevas a un costo inferior al de un equipo totalmente nuevo, es el reflejo más fiel de una economía circular. Es una gran fuente de ventaja competitiva y, por eso, conviene maximizar su eficiencia. Una solución es estandarizar los kits de reconstrucción para agilizar el proceso, reduciendo el tiempo improductivo y aumentando la productividad. Un pequeño inconveniente es que los clientes pierden personalización con la estandarización. Un posible remedio es identificar las piezas más susceptibles de desgaste y dejar preparada su sustitución. El resto de la reconstrucción puede personalizarse según los deseos del cliente.

También es positivo que los expertos en piezas y servicios sean los responsables del programa de reconstrucción, ya que pueden compartir información vital sobre las necesidades de los clientes, que luego puede incorporarse como mejoras en las actualizaciones sucesivas.

**P: ¿CÓMO PUEDEN INCIDIR LAS MEJORAS DE DISEÑO?**

**R:** Varios expertos en el campo de la economía circular creen que el diseño es el primer paso, y el más importante, hacia una economía circular. Para la División de Carguío y Transporte, esto significa crear componentes duraderos y resistentes con materiales reciclables que pueden desarmarse fácilmente al final de su ciclo de vida. Para ello, conviene procurar que todos los componentes valiosos puedan separarse fácilmente para un reciclaje óptimo. Asimismo, los equipos deben incluir la menor cantidad posible de combinaciones de materiales, de modo que no haya problemas para separar los componentes –por ejemplo, plástico y metal– a la hora de reciclar. ■



# UNA INESPERADA SOLUCIÓN

**PORT-DANIEL-GASCONS, QUEBEC.** La desafortunada falla de un equipo tuvo, sin embargo, un final feliz para la fábrica de cemento más moderna de Quebec.

TEXTO: **ERIC GOURLEY** FOTO: **ADAM LACH**

**RODEADA DE BOSQUES**, en la ladera de una montaña, la cantera y la fábrica de cemento McInnis –en la Península de Gaspé, en Quebec– ofrecen vistas panorámicas de la pintoresca Bahía Chaleur, un destino popular de pesca y turismo.

Es un lugar idílico. La piedra caliza extraída de la cantera alimenta una moderna cementera cuya capacidad de producción ronda los 2,3

millones de toneladas anuales. Cintas transportadoras en galerías cerradas llevan el cemento terminado desde los silos hasta una terminal marítima de aguas profundas, donde una flota de buques de hasta 60.000 toneladas transportan el cemento a centros de distribución repartidos por la costa atlántica.

Este complejo industrial, inaugurado en 2017, fue la primera fábrica construida en más

de 50 años para abastecer el este de Canadá y el noreste de los Estados Unidos. Y el crecimiento de la demanda, ha llevado a McInnis a construir nuevos silos de almacenamiento en la planta de Quebec y ampliar la infraestructura de distribución en todo el noreste.

Hacer frente a esa demanda somete al director de la cantera, François LeMoal, y a sus colegas, a una presión constante.



Una DTH Leopard DI550 contribuye a la productividad de la cantera pese a condiciones muy difíciles.



Cintas transportadoras en galerías cerradas llevan el cemento a la terminal marítima.



“Lo mejor que he usado en 20 años de profesión”, dice Renaud Langlois, operador de la Ranger DX900i.

## RANGER DX900i

Tiene el martillo hidráulico más potente de su clase, con prestaciones de inteligencia Sandvik y una superestructura giratoria con contrapeso para más estabilidad. Con una cobertura de 290 grados, la Ranger DX900i ahorra tiempo y minimiza el desplazamiento. Su nuevo sistema de control de compresores, la disposición del enfriador y el sistema de gestión de la presión ayudan a reducir el consumo de combustible.

“Como en todas las cementeras, el corazón de nuestra fábrica es el horno”, dice. “Calienta la piedra a más de 1.400°C y no conviene que se enfríe. Por ello, se busca que mantenerlo en funcionamiento durante el máximo de meses posible, sin parar. Eso nos obliga a extraer y triturar piedra caliza continuamente”.

Con una producción diaria de 17.000 toneladas, la cantera y el terreno adyacente tienen reservas estimadas para un siglo de explotación. La piedra caliza está cubierta por una capa de lastre relativamente poco gruesa pero la orografía es compleja y eso crea dificultades para la perforación y tronadura.

“Al estar en dos montañas, el terreno es de muy difícil acceso”, explica LeMoal. “En un banco muy pequeño, hacen falta 10 veces más barrenos que en un banco plano de 15 metros. Eso obliga a dedicar mucho tiempo a los trabajos de perforación y la construcción previa de terraplenes”.

**EN UN BANCO** plano de 15 metros, un operador puede perforar 300 metros en un solo día pero, al día siguiente, trabajando en una superficie más compleja, quizá solo consiga perforar 100 metros. La variación química del depósito también puede complicar la planificación de la malla de tronaduras.

“En algunos puntos, la piedra es de alta calidad y en otros, tiene un alto contenido de sílice. Los dos tipos deben mezclarse en las trituradoras para obtener la mezcla correcta para producir clínker de bajo contenido alcalino”, detalla LeMoal. “El terreno también tiene complicaciones. Aparte de las capas de lastre, hay algunas aberturas naturales, producidas por la disolución de la piedra caliza por la lluvia. Estas aberturas, sumadas a la deformación del depósito,



**Entregada inicialmente como unidad temporaria, la Ranger DX900i impresionó tanto a McInnis que la acabó comprando.**

pueden ser muy problemáticas”.

Los meses fríos de invierno suponen otro desafío. El invierno pasado, McInnis tuvo que quitar 500.000 metros cúbicos de nieve. “Era como tener una cantera dentro de una cantera,” bromea LeMoal.

Cuando se inició la perforación de desarrollo en 2016, McInnis compró una perforadora de fondo (DTH) Leopard DI550. Fue una decisión obvia para LeMoal, derivada de sus experiencias positivas con las perforadoras DTH en una de las mayores canteras de Francia, antes de trasladarse a Quebec en 2013.

“Son muy productivas y las perforaciones en ángulo son más precisas; como inconveniente y por su tamaño, no se adaptan bien a

zonas empinadas o con muchas grietas, cavidades y fallas”, explica LeMoal.

**DESPUÉS DE DOS** años de trabajo productivo y confiable, una falla –en octubre de 2018– estuvo a punto de paralizar el suministro de piedra caliza a la fábrica de cemento durante más de dos semanas.

Para minimizar el impacto sobre la producción, Sandvik movilizó la mejor unidad de reemplazo posible que podía entregar en el plazo más corto posible, una perforadora top hammer Ranger DX900i, desde su centro en Miramichi, Nueva Brunswick.

Cuatro días después de la falla, cuando el nuevo equipo llegó a la fábrica –una unidad





**Nos asombró.  
Perfora barrenos  
impensables para  
otras top hammer, y  
además, puede  
escalar montañas.**



El brazo giratorio de 290° de la Ranger DX900i facilita el trabajo a operadores como Samuel Poirier.

## Sustentabilidad

La sustentabilidad es un área prioritaria para McInnis Cement. La fábrica se adhiere voluntariamente a las estrictas Normas de Emisiones para Contaminantes Atmosféricos Peligrosos para plantas nuevas, promulgadas en 2015 por la Agencia de Protección Ambiental estadounidense (EPA). Su alta torre ayuda a precalentar el material y el horno es más corto que en muchas fábricas. De este modo, se consume menos energía en la producción de clínker y se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

El horno puede quemar biomasa de madera y McInnis ha iniciado un estudio de viabilidad para sustituir un 30% del consumo actual de coque de petróleo con residuos de madera en el proceso de combustión. Consumiendo hasta 100.000 toneladas al año de biomasa forestal procedente de aserraderos locales, ayudaría a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y beneficiaría al sector forestal local.

McInnis estudió cuidadosamente la ubicación de su terminal marítima para no impedir el acceso a los lugares de pesca locales, y detiene sus barcos cuando se detecta la presencia de ballenas en la bahía. La terminal no solo reduce los costos de transporte del cemento sino también mejora la huella medioambiental: un solo barco puede transportar el mismo volumen de cemento que 1.500 camiones.



La cantera se caracteriza por una orografía compleja que dificulta la perforación y tronadura.

de demostración, todavía en periodo de rodaje— LeMoal no ocultó su escepticismo. “Cuando la vimos sobre el remolque, dijimos: ‘Es demasiado pequeña. Con esa perforadora, será imposible alcanzar nuestra capacidad de producción’”, recuerda. Las apariencias pronto mostraron ser engañosas.

“Después de dos semanas, dijimos: ‘Por fin podemos hacer barrenos grandes y entrar sin problemas en terrenos difíciles, sin tener que hacer tantos terraplenes’. Necesitando menos tiempo para preparar el terreno, esta perforadora resultó ser la más económica. Fue una sorpresa muy grata. No habíamos pensado en ese tipo de perforadora”.

**CUANDO SANDVIK VOLVIÓ** a poner en servicio la Leopard DI550 reparada, solo tres semanas después de la falla, la Ranger DX900i ya ofrecía la misma productividad en la perforación de barrenos de 5,5 pulgadas que la Leopard DI550 en la perforación de barrenos de 6,5 pulgadas, y además, la nueva perforadora top hammer era mucho más versátil y maniobrable.

“Cuando tenemos bancos de 15 metros, queremos que los barrenos sean lo más grandes posibles”, continúa LeMoal. “Pero en las zonas muy difíciles, no podemos entrar con la Leopard y tenemos que perder mucho tiempo en trabajos previos o llamar a un subcontratista. Con la DX900i, tenemos una máquina que rinde y que podemos llevar a prácticamente cualquier sitio. Es algo impresionante”.

**LA EMPRESA YA** había estado estudiando invertir en otra Leopard DI550 para aumentar la capacidad de producción, pero “la facilidad de la DX900i para llegar a estos lugares difíciles nos hizo plantear las cosas de otra manera”, dice LeMoal.

“Al principio, no nos entusiasmo mucho cuando llegó como solución de emergencia, pero la probamos y al final descubrimos que era una perforadora ideal para nuestro proceso”, continúa. “Nos asombró a todos. Podemos perforar barrenos con dimensiones



## MCINNIS CEMENT

La fábrica de McInnis Cement en Port-Daniel-Gascons, Quebec – la más importante de la provincia – inició la producción en 2017 y puede producir hasta 2,3 millones de toneladas anuales. Esta fábrica de última generación opera para una red de centros de distribución situados en puntos estratégicos de Canadá y los Estados Unidos. Fundada en 2011 como empresa no cotizada en bolsa, McInnis Cement tiene su sede central en Montreal.

inalcanzables para otras perforadoras top hammer, y además, puede escalar montañas”. La Ranger DX900i ha aportado un plus inesperado al eliminar la necesidad de contratar a un subcontratista para los trabajos de prefabricado.

“Teníamos pensado recurrir a un subcontratista para nuestros muros de terminación, pero con la DX900i, también podemos hacer este trabajo internamente”, destaca.

**MCINNIS COMPRÓ LA** la Ranger DX900i en julio de 2019 y su productividad y eficiencia siguen impresionando. Se utiliza básicamente para desarrollar bancos planos para facilitar el acceso a la Leopard DI550.

“La DI550 y la DX900i forman la pareja perfecta”, resume LeMoal. Valora especialmente la capacidad de exportar los planos de perforación desde su oficina directamente a la Ranger DX900i. También le ha impresionado su bajo consumo de combustible.

“El consumo de la DX900i es muy bajo comparado con la DI550”, dice. “Fue una sorpresa grata y las cifras de producción tampoco están nada mal”. Los operadores veteranos Renaud Langlois y

Samuel Poirier dividen su tiempo entre las cabinas de la Ranger DX900i y la Leopard DI550.

“La DX900i tiene el tamaño perfecto para la piedra caliza, entre la DI550, más grande, y una perforadora top hammer más pequeña”, afirma Langlois. “Y la cabina iCab es muy confortable y silenciosa”.

**LO QUE MÁS** le gusta es el brazo giratorio de 290 grados, que reduce al mínimo la necesidad de reubicar la perforadora entre barrenos y ofrece una cobertura de perforación de 55 metros cuadrados.

“Con menos desplazamientos, se agiliza la producción”, explica. “En mis 20 años de profesión, es la mejor perforadora de martillo en cabeza que he usado”.

A pesar de su escepticismo inicial, LeMoal agradece la decisión acertada de Sandvik y su resolución rápida de la falla de la Leopard DI550.

“Incluso en los momentos más difíciles, Sandvik está aquí para apoyarnos. Ya no somos cliente y proveedor sino integrantes de un equipo”, concluye LeMoal. “Una relación así no tiene precio”. ■



# Conectividad inteligente



El nuevo Sistema de Automatización y Conectividad ofrece una visión más precisa del proceso de trituración.

## Se espera de las trituradoras de roca que respondan a urgentes desafíos como el cambio climático, el consumo energético y la seguridad. Sandvik Mining and Rock Technology se esfuerza por apoyar a la industria y ayudar a sus clientes a mantener su licencia social para operar. Una herramienta clave es la serie de trituradoras de cono Sandvik 800i y su avanzado Sistema de Automatización y Conectividad.

TEXTO: **TURKKA KULMALA** FOTO: **SANDVIK**

**EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO**, la escasez creciente de recursos y la escalada de los problemas ecológicos plantean un enorme desafío para la humanidad: hay que hacer más con menos. Los materiales necesarios deben extraerse y procesarse según criterios de sustentabilidad económica y medioambiental, con menos impacto y una huella de carbono menor.

La digitalización aporta una nueva dimensión a los procesos convencionales. Ahora, podemos conectar máquinas entre sí y recolectar datos a una escala sin precedentes. Las herramientas ya existen, pero la pregunta es: ¿quién tiene las soluciones más inteligentes para utilizar el asombroso volumen de datos que ahora podemos recolectar y el conocimiento para convertirlos en beneficios tangibles?

Los proveedores de equipos deben crear modelos de negocio y servicios de posventa que realmente ayuden a dar respuesta a estos desafíos. Las empresas piensan cada vez menos en términos de qué equipo necesitan comprar y más en términos de qué capacidad necesitan y cómo pueden

cumplir sus objetivos operativos, empresariales y de sustentabilidad.

En el ámbito de los procesos de trituración, la serie Sandvik 800i de trituradoras de cono conectadas ofrece una respuesta: una solución nueva con trituradoras potentes y eficientes, el nuevo Sistema de Automatización y Conectividad (ACS) y el portal de clientes My Sandvik.

“El Sistema de Automatización y Conectividad constituye la base de todos los servicios y acciones basados en datos que ofreceremos a los clientes, ahora y en el futuro”, afirma Petra Sundström, gerente de Desarrollo de Negocios Digitales de la División de Trituración y Clasificación de Sandvik.

**AL SER EL** grupo de productos más representativo de la división, se eligieron las trituradoras de cono como punto de partida para el despliegue del ACS. Se trataba de crear una línea de productos unificada que aprovechara la confiabilidad mecánica y la potencia de trituración de sus avanzadas trituradoras de cono e integrarla en una plataforma de automati-



## ESPECIFICACIONES

### TRITURADORAS DE CONO SANDVIK 800i

(por capacidad nominal en toneladas hora y potencia motriz)

**CH830i:** 61-283 tph, 250 kW

**CH840i:** 103-427 tph, 330 kW

**CS840i:** 212-659 tph, 330 kW )

**CH860i:** 250-910 tph, 330 kW

**CH865i:** 155-517 tph, 500 kW

**CH870i:** 208-1.283 tph, 600 kW )

**CH890i:** 275-1.837 tph, 750 kW

**CH895i:** 258-1.077 tph, 750 kW

zación potente y versátil que satisfaga las necesidades actuales y futuras de la industria. Eso significa introducir más sensores, medir más y con más precisión, y generar reportes en tiempo real de todo lo que está sucediendo en el proceso de trituración.

“Los datos generados por las trituradoras de cono se envían a una solución en la nube, My Sandvik. Allí, nuestros clientes pueden acceder a informes valiosos creados a partir de los datos generados por su flota conectada de trituradoras Sandvik,” explica Martin Johansson, gerente de línea de productos para trituradoras de compresión en Sandvik Mining and Rock Technology.

“Básicamente, estamos dando los primeros pasos para el futuro que vendrá: las empresas podrán tomar decisiones basadas en hechos y no en conjeturas”.

**LA SERIE SANDVIK 800i** de trituradoras de cono, ampliada hasta ocho modelos en septiembre de 2019, comparte la misma filosofía de diseño, centrada en ofrecer una productividad y una confiabilidad excelentes. Reúne bajo un mismo paraguas a todas las trituradoras de cono insignia de Sandvik Mining and Rock Technology para construir una plataforma mecánica unificada para sus soluciones de automatización y conectividad, con distintas capacidades de trituración nominales (de 61 a 1.837 toneladas por hora) y tamaños de alimentación (de 211 a 428 mm).

En el plano mecánico, las trituradoras Sandvik 800i se destacan por la robustez de su eje principal y bastidor superior/inferior. Esta mayor resistencia mejora la confiabilidad y la disponibilidad y reduce el riesgo de fallas críticas.

Detalles como atornillar los revestimientos del bastidor superior e inferior, en lugar de soldarlos, permiten acortar hasta un 90% el tiempo necesario para cambiar el revestimiento. Un sistema de sobrepresión impide la entrada de polvo para una mayor confiabilidad, y el filtro de aceite fuera de línea alarga hasta cinco veces la vida del aceite. Se ha eliminado el material de soporte de plástico para evitar exponer al personal de mantenimiento a sustancias nocivas durante los trabajos de sustitución del revestimiento. Estas mejoras en el equipamiento aportan mucho más de lo que aparentan: gracias a ellas, las trituradoras son más seguras y más sustentables, producen más y se paran menos. Sin embargo, la serie Sandvik 800i sobresale más que nada por sus prestaciones de automatización y conectividad.

Para apoyar plenamente las nuevas soluciones digitales, había que sustituir la confiable plataforma ASRi con una nueva



Con las últimas mejoras, las trituradoras Sandvik 800i son más seguras y sustentables, producen más y se paran menos.

## VENTAJAS

- **Optimización:** La recolección de datos y la generación de reportes implementables permiten liberar la potencia de las trituradoras de cono Sandvik y optimizar su rentabilidad
- **Confiabilidad:** El nuevo Sistema de Automatización y Conectividad ofrece tranquilidad; optimiza el funcionamiento de las trituradoras y evita sobrecargas
- **Productividad:** Potentes programas de trituración permiten obtener un fraccionamiento preciso y ajustes óptimos
- **Conectividad:** El portal My Sandvik ofrece un único punto de entrada para todos los datos cruciales del rendimiento de las trituradoras e información para la gestión de la flota
- **Trituración sustentable:** Soluciones mecánicas inteligentes y una conectividad superior garantizan la seguridad durante el uso y mantenimiento, con un impacto medioambiental mínimo.

plataforma de automatización escalable y ampliable.

Además de la regulación de serie de los ajustes de apertura (CSS), el nuevo ACS también integra plenamente el monitoreo y control de la lubricación, con la opción adicional de monitorear un filtro fuera de línea. Es posible anular temporalmente los sensores no críticos para no tener que parar la trituradora mientras se esperan repuestos. El ACS también integra el control de todos los subsistemas en una única interfaz más intuitiva. Y se ha mejorado

significativamente la capacidad de acceder a los reportes generados a partir de los datos desde el portal My Sandvik.

**LOS COMENTARIOS DE** los clientes han sido muy positivos. Desde la mina de cobre Mantos Blancos, en Chile, se afirma que las nuevas trituradoras Sandvik CH870i y los reportes en My Sandvik han dinamizado su proceso de trituración y han ayudado a la mina a desarrollar y desplegar su proyecto de digitalización. Mejorando la capacidad analítica, las decisiones son más

efectivas. Es más fácil incorporar las lecciones aprendidas de las fallas, e incluso se pueden predecir los problemas antes de que impacten en la actividad.

Los equipos de mantenimiento de Mantos Blancos han mejorado sus resultados en mantenimiento predictivo, y la gerencia de la mina puede tomar decisiones mejor informadas y basadas en hechos. “Esperamos poder ofrecer los mismos beneficios a todos los operadores de plantas de trituración en todo el mundo”, concluye Johansson. ■

# UN FUTURO FLEXIBLE

**WALHALLA, EE.UU.** Una nueva planta de trituración móvil no solo ha duplicado la producción de áridos sino también mejorado la calidad del producto. Le ha dado a una de las pocas canteras públicas de los Estados Unidos una versatilidad sin precedentes.

TEXTO: ERIC GOURLEY FOTO: ADAM LACH

**DOCENAS DE CAMIONES** volquete, seis mañanas a la semana, suben la carretera que serpentea hasta la cantera del Condado de Oconee. Situada cerca de la ciudad de Walhalla, en el noroeste de Carolina del Sur, esta cantera propiedad del condado produce granito azul, una roca emblemática del lugar.

La cantera produce los áridos que utilizan las autoridades del condado para construir carreteras, canalizar aguas pluviales o proteger taludes. Y también abastece a más de 600 clientes locales, desde empresas de pavimentación hasta particulares que necesitan grava para la entrada a sus casas.

“Atendemos las necesidades tanto de la administración como de los particulares”, dice Thom Moxley, subdirector de la cantera. “Es algo de lo que nos sentimos muy orgullosos”.

Pero con una planta de trituración envejecida, la cantera venía teniendo serios problemas para satisfacer la demanda de áridos. La trituradora estacionaria, de 30 años de antigüedad, solo podía producir 270

toneladas de piedra triturada por hora, a plena capacidad. Y las paradas no programadas retrasaban la producción.

“Terminamos haciendo funcionar la trituradora el máximo de tiempo posible, para cumplir con la producción, sin reservar tiempo suficiente para el mantenimiento preventivo”, explica Moxley.

A principios de 2017, Moxley, sus colegas en la cantera y el administrador del condado empezaron a buscar posibles reemplazos, comparando tanto plantas estacionarias como móviles. Moxley y el jefe de equipo Billy Buchanan, que entraron a trabajar en la cantera con menos de una semana de diferencia hace seis años, viajaron a Suecia para inspeccionar una planta móvil de propulsión híbrida en 2017.

“Cambia radicalmente la forma de trabajar; en vez de llevar la roca a la máquina, se lleva la máquina a la roca”, afirma Buchanan. “Su eficiencia nos dejó muy impresionados”.

En febrero de 2018, el Consejo del Condado de Oconee aprobó una inversión de 7,5 millones de dólares para mejorar la cantera. El personal de la cantera recomendó comprar una planta de trituración móvil y, desde la administración del condado, se inició un proceso de licitación.

**LA CANTERA NECESITABA** una trituradora capaz de producir al menos 590 toneladas por hora de producto acabado, incluyendo al menos 180 toneladas por hora del árido #57 de una pulgada.

“Así de rigurosos fueron los requisitos que debíamos cumplir para que el Condado de Oconee considerara justificada esta inversión”, observa Moxley.

La trituradora también debía ser capaz de producir otros productos, incluyendo el #789, rip-rap clase A y arena asfáltica. Para poder utilizarse en las carreteras estatales, la piedra triturada debía cumplir las especificaciones de gradación del Departamento de Transporte de



La cantera produce granito azul, una roca emblemática de Carolina del Sur.



Carolina del Sur, y tanto el #57 como el #789 debían cumplir también las especificaciones estatales respecto a partículas alargadas o lajeadas.

Interesaba además contar con una trituradora flexible capaz de alternar libremente entre el grupo electrógeno diesel del equipo y la red eléctrica de la cantera.

“Queríamos una máquina de propulsión híbrida porque nuestra eficiencia operativa es máxima cuando nos alimentamos desde la red eléctrica y, además, el funcionamiento es más silencioso”, explica. “Pero en ciertos momentos del día, usar la red es caro y nos interesaba poder desconectarnos de la red durante las horas de máxima demanda y usar el motor”.

**EL CONSEJO DEL** Condado de Oconee adjudicó el contrato a Sandvik, cuya oferta incluía una garantía ampliada de cinco años, servicio técnico a cargo del distribuidor local, inspecciones programadas y capacitación completa de los operadores.

“Durante todo este proceso, nuestra sensación era que Sandvik estaba a la vanguardia tecnología y que tenía un producto sólido y muy duradero”, continúa Buchanan. “Todas las empresas participantes en la licitación nos enviaron ofertas con sus soluciones; Sandvik nos envió cuatro opciones. La que acabamos eligiendo incluía algunas soluciones que ni siquiera se nos había ocurrido pedir y capacidad sobrante para acomodar una posible expansión de la cantera en el futuro. Quedaba claro que Sandvik se había puesto en nuestro lugar”. La cantera compró una planta de trituración móvil porque permite flexibilizar el diseño de los rajos. Puede ser reubicada una y otra vez, permitiendo dimensionar, triturar, cribar y apilar lo más cerca posible del frente.

“No volveremos nunca a encontrarnos en la situación de tener una planta fija situada sobre una roca que necesitamos excavar”, sentencia Buchanan.



La Sandvik UJ640 incorpora una tolva alimentadora opcional de 18 metros cúbicos para agilizar la carga.



Moxley cree que la planta también permitirá reducir el gasto en combustible. “Cuando tengamos la cantera en condiciones de acomodar nuestros equipos, podremos atender a los clientes allí mismo, reduciendo los desplazamientos y equipos necesarios para hacer llegar al cliente el producto que necesita”, puntualiza Moxley. “Cuando llegue el momento, simplemente cambiaremos la trituradora de sitio; ya no será necesario rediseñar la planta o volver a empezar de cero. Simplemente ocuparemos una huella diferente”.

**SANDVIK ADAPTÓ EL** diseño de la nueva planta móvil diesel-eléctrica a los 480 V/60

Hz que suministra la red eléctrica estadounidense. El condado actualizó el sistema eléctrico para que suministrara el voltaje necesario para la nueva planta móvil, cuya puesta en servicio se realizó en noviembre de 2019. Consta de una trituradora de mandíbula móvil primaria Sandvik UJ640, una trituradora de cono secundaria Sandvik US550E, una trituradora de cono terciaria Sandvik UH550E, dos harneros Doublescreen Sandvik QA441e y tres apiladores móviles. Todas las trituradoras móviles incorporan la renombrada tecnología de trituración de Sandvik.

“En cada modelo, se estudiaron las posibilidades de acomodar el crecimiento e integrarse con otras piezas que pudieran



” En vez de llevar  
la roca a la  
máquina, se  
lleva la máquina  
a la roca



formar parte del rompecabezas en el futuro, u otros modelos que pudieran agregarse a las instalaciones. Fue un proceso muy meditado en el que se volcó todo el equipo de Sandvik”, explica Moxley. “Sandvik se aseguró, sobre todo, de que la trituradora de mandíbula no se convirtiera en un cuello de botella. Tiene capacidad sobrante que permitirá absorber el crecimiento previsto para los próximos años. Estipulamos una producción nominal de unas 590 toneladas por hora, es decir, más del doble de la producción actual, y creemos que podrá llegar a las 770 toneladas en el futuro”.

La Sandvik UJ640 cuenta con una tolva alimentadora opcional de 18 metros cúbicos para agilizar las operaciones de carga y crear una pila de transición. De este modo, se garantiza un suministro continuo de material a la mandíbula Sandvik CJ615 de 1.500 por 1.100 milímetros y fiador simple, maximizando el rendimiento y la eficiencia. La unidad también está equipada con un martillo Sandvik opcional para despejar obstrucciones y romper rocas sobredimensionadas.

“Es una mandíbula muy profunda que puede acomodar piedras de mayor tamaño”, dice Moxley. “Está diseñada de tal modo que toda la vibración se absorbe a través del sistema de orugas. Al estar sobredimensionada para las necesidades actuales, trabaja metódicamente y de forma holgada, sin estar sometida a grandes esfuerzos.”

**MIENTRAS NO SE** abra el frente de excavación, el material producido por la mandíbula es acarreado desde la base del rajo a 90 metros de profundidad hasta una pila de almacenamiento, donde un gran cargador de ruedas alimenta la Sandvik US550E. El sistema dual de interbloqueo e inteligencia de la trituradora secundaria está integrado con el sistema de control ASRi (Regulación Automática de la Abertura) de Sandvik para automatizar la optimización del proceso y



ayudar a predecir los problemas de mantenimiento, maximizando el tiempo de servicio.

“Una vez configurada, la planta de Sandvik puede trabajar prácticamente sin supervisión”, observa Buchanan. “Sabemos que el sistema ASRi nos apoyará en el monitoreo. Nos ha aligerado el trabajo. Se han eliminado casi todas las tareas manuales y todo eso lo brinda la tecnología que ofrece Sandvik”.

Desde la US550E, el material pasa a la UH550E. Ambas trituradoras de cono cuentan con una caja que permite a la cantera presentar un producto acabado.

“Ni siquiera tenemos que llevarlo a las mallas de clasificación; nos da una versatilidad óptima”, dice Moxley. “Incluso nos estamos planteando agregar un par de productos que actualmente no producimos”. Buchanan, que supervisa el programa de control de calidad de la cantera, subraya que la piedra producida por la nueva planta tiene una forma visiblemente más cúbica, esencial para la sustentabilidad de las carreteras.

“Es fundamental evitar piedras lascas o alargadas,” explica. “Existen múltiples estudios que demuestran que el deterioro de las carreteras es mucho más rápido si hay piedras lascas o alargadas. El alimentador de las trituradoras de cono de Sandvik está provisto de un sensor de nivel que siempre suministrará a la trituradora la cantidad exacta necesaria de roca para triturar roca sobre roca y que salga un producto cúbico. Con la planta antigua, eso simplemente era imposible”.

**GRACIAS A LA** capacidad de alimentación intermitente de las nuevas trituradoras de cono, este problema prácticamente ha dejado de existir.

“Con la planta antigua, las piedras lascas y alargadas suponían el 14% del total”, detalla Buchanan. “Con la planta de Sandvik, ahora se sitúa en el 4%. Es una mejora espectacular”.

Una canaleta divisora montada en la parte posterior de dos harneros Sandvik QA441e divide el material procedente de la trituradora terciaria. Al combinarse con el sistema

**La piedra producida por la nueva planta móvil es más cúbica, una característica esencial para la sustentabilidad de las carreteras.**



patentado Doublescreen, permite a la cantera producir simultáneamente áridos #57 y #789. Cada uno de los tres apiladores móviles de 24 metros expulsa el producto final sobre una pila de almacenamiento de 5.400 toneladas.

“Eso nos permite ahorrar en el transporte del producto”, afirma Moxley. “De hecho, lo podemos vender directamente desde la pila”. Han pasado dos meses desde el desmantelamiento de la vieja planta y la nueva planta móvil brinda una versatilidad sin precedentes.

Podemos concentrarnos en los productos y reorientar los materiales para optimizar la producción en función de nuestras necesidades”, explica Moxley. “Continuamente, descubrimos cosas nuevas que antes no podíamos hacer. La tecnología moderna es asombrosa. Tenemos la gran fortuna de contar con una planta nueva capaz de duplicar con creces nuestra producción”.

Buchanan coincide: “Queríamos mejorar a través de la tecnología y creo que eso es lo que hemos conseguido, gracias a Sandvik”, dice.

“Estoy muy satisfecho. Evaluamos varias empresas y los mejores productos los tenía Sandvik. Ahora contamos con un colaborador que nos acompañará durante las próximas décadas”. ■

**La Cantera del Condado de Oconee es una de las pocas canteras de propiedad pública de los Estados Unidos.**



## **LA CANTERA DEL CONDADO DE OCONEE**

En explotación desde 1948, la Cantera del Condado de Oconee ocupa 40 hectáreas en el noroeste rural de Carolina del Sur. La cantera vendió aproximadamente 480.000 toneladas de piedra en 2019 y la concesión actual rige hasta 2050. Se calcula que hay reservas suficientes hasta 2100.

**SANDVIK DT1132i**



# EL PAQUETE COMPLETO

Los equipos especializados tienen su mérito. Pero la tendencia apunta a un uso más amplio de los jumbos de tunelaje. El Sandvik DT1132i, totalmente automatizado, ofrece la combinación justa de precisión, potencia, seguridad y ergonomía.

TEXTO: TURKKA KULMALA FOTO: SANDVIK



**El Sandvik DT1132i se presta a una amplia gama de tareas de tunelización y otras aplicaciones subterráneas.**



**LAS TENDENCIAS ACTUALES** en la perforación de túneles exigen equipos lo más versátiles posible. Un mismo equipo de perforación debe ser capaz de perforar frentes de avance, agujeros para pernos y tiros largos.

Otro requisito clave es la capacidad de recolectar datos durante la perforación, analizarlos a bordo o en la oficina y utilizarlos para aplicaciones en control de calidad, creación de perfiles 3D y mediciones de la filtración de agua.

El Sandvik DT1132i es un jumbo de tunelaje nuevo de casi 4 metros de alto y hasta 20,56 metros de largo, que cumple perfectamente estos requisitos multiuso y de conectividad.

“Diseñamos el Sandvik DT1132i para ofrecer una productividad alta sin comprometer la precisión o la automatización de la perforación, que siempre han sido los puntos fuertes de nuestros jumbos de tunelaje”, explica Tommi Salo, gerente de producto para tuneladoras subterráneas en Sandvik Mining and Rock Technology. “Otro objetivo del proyecto fue usar componentes de plataforma comunes para asegurar una buena disponibilidad de repuestos”.

**EL SANDVIK DT1132** se presta a una amplia gama de tareas de tunelización y otras aplicaciones subterráneas, entre ellas, la perforación rápida de frentes, la perforación mecanizada de tiros largos y el empernado.

Docenas de características y detalles han sido rediseñados o mejorados para potenciar la productividad, usabilidad y seguridad, continúa Salo.

“Un ejemplo es el nuevo sistema de

perforación, que incluye brazos nuevos, un martillo hidráulico nuevo y herramientas de perforación”, enumera. “Por otra parte, hemos modernizado las unidades de alimentación en el carro y los sistemas de lavado que soportan la perforación de alta potencia, manteniendo un alto índice de eficiencia para ahorrar energía”.

**PARTIENDO DEL PUNTO** de contacto con la roca, las nuevas brocas Sandvik Alpha 360 y las barras GT38 han sido optimizadas para transmitir toda la potencia del nuevo martillo hidráulico RD535 hasta el fondo del tiro. La nueva rosca de la broca, más grande, le otorga mayor robustez y permite tiros más rectos. El diámetro optimizado de la barra y la nueva guía de acoplamiento también mejoran la precisión a través de una reducción de hasta un 50% en la desviación del tiro. En general, las nuevas herramientas permiten velocidades de avance mucho más altas.

El nuevo martillo hidráulico de alta frecuencia RD535 aporta una base sólida para la productividad del Sandvik DT1132i. Su mecanismo de percusión patentado entrega eficiencia y potencia, mientras que el estabilizador, también patentado, alarga la vida de las herramientas. La excelente relación de transferencia entre la potencia de entrada y la potencia de salida reduce el consumo energético hasta un 20%. El largo intervalo de mantenimiento, 400 horas de percusión, se traduce directamente en un aumento de la

## ESPECIFICACIONES

### SANDVIK DT1132i

**Cobertura:** 190 metros cuadrados

**Martillo:** RD535, potencia de percusión 31 kW

**Unidades de alimentación:** 3 x 90 kW IE3

**Motor diesel:** Cummins B6.7, 168kW (stage 5)

**Transmisión:** Hidrodinámica

**Sistema de control:** SICA, control inteligente del torque y del avance por percusión

**Monitoreo y gestión de la flota:**

Servicio en la nube My Sandvik preinstalado.

**Optimización de procesos:**

Software de gestión de túneles iSURE

**Peso:** 50.000–56.000 kg

productividad. Con más eficiencia en el lavado y la refrigeración, el RD535 asegura una perforación ininterrumpida de alta velocidad.

Respaldando los martillos y las herramientas de roca, se han incorporado el nuevo sistema de avance, TF535i, y el nuevo brazo, SB160i. El brazo combina la excelente precisión de posicionamiento (+/-5 centímetros) del brazo rígido de forma cuadrada de Sandvik con una “muñeca” delantera patentada para una mayor cobertura y

Con el nuevo martillo hidráulico RD535, el consumo energético se reduce hasta un 20%.



## VENTAJAS

- Perforaciones hasta un 20% más rápidas, ahorrando en costos de operador y energía
- Aprovechamiento máximo; hasta un 25% más de cobertura lateral
- Hasta un 50% más de tiros rectos, con menos subexcavación, menos shotcreteo y menos roca para cargar y transportar
- La recolección eficaz de datos, mediante la medición direccional durante la perforación y su análisis a bordo, ayudan a resolver las necesidades de documentación
- Su ergonomía y seguridad contribuyen a retener trabajadores calificados.

flexibilidad de movimientos. Para facilitar al máximo el mantenimiento, se han optimizado los recorridos de las mangueras y cables y la estructura de las bobinas, los soportes de mangueras son regulables individualmente, el engrase de las articulaciones está automatizado, y las piezas corredizas se regulan y cambian con gran facilidad.

**EL CARRO DEL jumbo** también incorpora mejoras. Su motor diesel Cummins B6.7 de 168kW (Stage 5) puede funcionar hasta 5.000 metros sobre el nivel del mar sin ninguna modificación. Además, reduce hasta un 90% las emisiones de NOx y más de un 90% las emisiones de partículas, comparado con los motores Stage 3. Un sistema eléctrico multi-voltaje (400 a 1.000 V) permite utilizar el Sandvik DT1132i en todo tipo de infraestructura y, junto con los nuevos motores eléctricos IE3 de 90kW, mejora la eficiencia.

La seguridad y la ergonomía son aspectos clave del nuevo jumbo. La cabina FOPS amortiguada contra vibraciones, diseñada específicamente para el Sandvik DT1132i, ofrece una visibilidad excelente y un nivel de ruido bajo (menos de 75 decibeles). Un sistema de filtración conforme a la norma EU6/7 minimiza las concentraciones de polvo en el interior de la cabina. Toda la información de monitoreo aparece en una sola pantalla, para facilitar al máximo el mantenimiento, y el nuevo diseño de la cubierta facilita el acceso físico a todos los puntos de servicio.

Como todos los equipos de perforación de la serie i de Sandvik, el Sandvik DT1132i ofrece



La cabina FOPS amortiguada contra vibraciones ofrece una excelente visibilidad.

excelentes capacidades de conectividad y adquisición de datos con dos niveles de automatización, el paquete Oro estándar para el posicionamiento controlado por el operador del brazo y el paquete Platino opcional para la automatización total de la perforación del frente. Ambas opciones cuentan con potentes sistemas de control y medición que vigilan el torque, profundidad y ángulo de perforación, la ubicación de la broca, la visualización de los planos de perforación, así como la navegación del equipo de perforación.

“La precisión siempre ha sido una prioridad nuestra, ya que genera ahorros en todas las operaciones”, afirma Salo.

**LA AUTOMATIZACIÓN Y** la conectividad se suman a iSURE – el software inteligente de excavación subterránea de rocas de Sandvik – para generar todos los datos necesarios para un

ciclo de perforación y tronadura optimizado. Automatizando un flujo de trabajo en red, los planos de perforación se cargan por transferencia inalámbrica. Por otra parte, el control rápido y adaptativo de la perforación asegura la productividad en distintas formaciones rocosas y los datos adquiridos en tiempo real facilitan la toma de decisiones basadas en hechos. El portal My Sandvik puede agregar capacidades de monitoreo y gestión de flotas, utilizando los datos para optimizar las operaciones de mantenimiento.

Salo está convencido del valor que puede aportar el Sandvik DT1132i a cualquier operación. “En las pruebas de campo, hemos visto que produce un 15% más que los modelos antiguos, en el mismo periodo de tiempo”, afirma. “Además, la nueva interfaz de usuario es más fácil de usar y la nueva cinemática permite posicionar el brazo mejor y en menos tiempo”. ■

# EL SILENCIO ES ORO

El ruido es una presencia constante en nuestro mundo industrializado. En el caso de la excavación y procesamiento de roca, la pregunta clave es cómo minimizar el impacto del ruido sobre la salud de las personas que trabajan en la cantera y viven en las comunidades vecinas.

TEXTO: **TURKKA KULMALA** FOTO: **SANDVIK**

**MÁS DE LA** mitad de la población mundial y tres de cada cuatro ciudadanos de la UE viven hoy en zonas urbanas, expuestas a niveles altos de ruido o, tal como lo define la Directiva sobre Ruido Ambiental de la UE, “sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas”. El ruido tiene consecuencias directas e indirectas para la salud. Entre ellas se destacan las alteraciones del sueño causadas por el ruido nocturno.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), esto empieza a detectarse en personas expuestas a niveles de ruido nocturno superiores a 40 decibelios, una cifra bastante baja si se tiene en cuenta que una conversación normal tiene un nivel de ruido entre 50 y 60 decibelios. El ruido puede causar un amplio espectro de trastornos, desde enfermedades cardiovasculares hasta problemas psicológicos. Según la Comisión Europea, el ruido puede estar vinculado a unos 70.000 ingresos hospitalarios y 16.000 muertes prematuras al año, solo en Europa. La OMS clasifica el ruido como la segunda causa ambiental de mala salud, superada solo por la contaminación atmosférica por partículas ultrafinas.

En otras palabras, el ruido no es un problema de importancia menor. Entonces, ¿qué podemos hacer? ¿qué pueden hacer los gestores de minas, operadores de canteras y contratistas de perforación para reducir el ruido emitido por sus equipos de perforación de superficie? Los factores sobre los que se debe incidir para controlar el ruido son la fuente, la ruta de transmisión y el receptor. Obviamente, poco puede hacer el propietario de una mina o un contratista de tronaduras para incidir en las medidas de prevención fuera de la mina. Por ejemplo, no es factible obligar a la gente que vive cerca de la mina a quedarse en casa o usar protección auditiva. Por lo tanto, para mitigar el ruido, lo más práctico es actuar sobre la fuente y la ruta de transmisión.

**UNA PERFORADORA DE** superficie es una aplicación de difícil mitigación. El diseño del martillo hidráulico, por mucho la mayor fuente de ruido, difícilmente admite soluciones que amortigüen el ruido intenso emitido durante la perforación. “Hemos investigado mucho sobre este tema con Sandvik”, explica Lasse Lamula, científico del Centro de Investi-

gación Técnica VTT de Finlandia, con el que Sandvik colabora estrechamente. “La barra de perforación, sobre todo, es un potente emisor de ruido. Construir un martillo hidráulico robusto y duradero, y reducir el ruido son objetivos contrapuestos. Desde la ingeniería mecánica, se intenta reducir los niveles de vibración de superficie de los componentes pero, en el caso concreto de los martillos hidráulicos, es una misión casi imposible”.

**POR LO TANTO**, solo queda reducir el ruido a lo largo de la ruta de transmisión. En términos prácticos, esto significa aislar el martillo hidráulico y el sistema de manejo de barras dentro de una estructura aislante eficaz. Pero es una tarea plagada de complicaciones. “Hay tantos parámetros que deben tenerse en cuenta”, dice Lamula. Utilizando como ejemplo el reciente proyecto NoiseGuard-DXi con Sandvik, explica que los niveles de ruido emitidos delante de la perforadora superaban claramente el ruido emitido en otras direcciones. Nunca se llegó a saber el porqué de este fenómeno, a pesar de estudiarlo a fondo. Tampoco hubo cambios sustanciales tras mejorar el diseño del silenciador. La masa de





## CERO DAÑOS

Uno de los objetivos de sustentabilidad del Grupo Sandvik para 2030 es “cero daños para las personas, tanto en lo que respecta las operaciones propias como en las de sus clientes. Por ello, mejorar la salud ocupacional y la seguridad se incluye como parte íntegra de todos los proyectos de desarrollo de productos. Además, todos los productos y servicios deben someterse a análisis de salud ocupacional, seguridad y riesgos”.

**El silenciador Noise-Guard-DXi puede reducir la potencia acústica emitida por el martillo hidráulico hasta el 16% del valor no mitigado.**



las cubiertas que encierran el silenciador es fundamental para amortiguar el ruido, pero su tamaño se contrapone a la necesidad de minimizar el peso del silenciador. Y sugen problemas si se intenta crear una estructura liviana pero rígida para reducir la resonancia y, al mismo tiempo, minimizar la radiación sonora.

Un objetivo clave es maximizar la absorción del sonido al interior del silenciador mediante el uso de materiales óptimos, una solución incorporada en los silenciadores de Sandvik. “Parece dar muy buen resultado”, dice Lamula. “Hemos medido reducciones realmente asombrosas de la potencia acústica, sobre todo teniendo en cuenta la estructura relativamente sencilla del silenciador. Además, puede ser aún más importante la sensación subjetiva del operador cuando utiliza la perforadora, más allá de los valores medidos”.

**LA GAMA DE** productos de Sandvik Mining and Rock Technology incluye varias soluciones efectivas que pueden reducir significativamente los niveles de ruido de las perforadoras de superficie. Desde hace varios años, existe una solución llamada NoiseGuard-DX para las perforadoras top hammer Ranger DX. Las nuevas perforadoras Ranger DXi pueden equiparse con una solución mejorada, llamada NoiseGuard-DXi. Se trata de una estructura

completamente cerrada capaz de reducir en casi 10 decibelios el nivel de presión acústica (ponderada A) alrededor de la máquina. La opción NoiseGuard-DXi integra una supresión efectiva del ruido con las últimas prestaciones de usabilidad, por ejemplo, un sistema de cámaras que asegura una visibilidad excelente dentro del cerramiento del silenciador, incluso con las puertas cerradas, y un dispositivo de desmontaje con un solo perno que agiliza y facilita el mantenimiento del sistema de avance. Una tercera solución, llamada NoiseShield-DC, es una solución simple y compacta para las perforadoras Dino DC410Ri, más pequeñas y sin cabina. Aunque no es una estructura completamente cerrada como el Noise-Guard-DXi, el NoiseShield-DC produce una mejora al dirigir el ruido de la perforación hacia arriba, alejándolo del operador y de las zonas circundantes.

**LAS EMPRESAS SON** cada vez más conscientes de la importancia de las emisiones de ruido. Un ejemplo es Suomen Räjätyslouhinta Oy, un contratista finlandés de tronaduras y excavaciones que se dedica a la explotación de canteras, ejecución de obra pública y construcción de edificios. “Ya no queremos perforadoras sin silenciadores”, declara Jyrki Peltola, director general de Suomen Räjätyslouhinta. “Los silenciadores tienen fama de ser problemáticos, pero eso es solo un mito.

## DECIBELIOS Y POTENCIA ACÚSTICA

El filtro de ponderación A referenciado en las mediciones de ruido de este artículo es un método diseñado para filtrar la energía acústica en el espectro de frecuencias audibles, obteniendo una correspondencia más realista entre los resultados de las mediciones y la sensibilidad del oído humano. Al ser la escala de decibelios una escala logarítmica, cambios numéricos aparentemente insignificantes tienen un impacto sustancial. Por ejemplo, el silenciador NoiseGuard-DXi puede reducir la potencia acústica emitida por el martillo hidráulico en 8 decibelios, que se traduce en un nivel sonoro absoluto el 16% del valor no mitigado.

Pregunte a cualquier operario aquí y le dirán que no dan problemas. No afectan a los metros perforados, la comodidad, nada. Tienen muchas ventajas, además de reducir el ruido. Reducen la cantidad de polvo y el operador de la perforadora puede trabajar durante más tiempo en un entorno de trabajo más agradable. Y, por supuesto, hoy en día, se exigen silenciadores para cualquier obra en un entorno urbano. Es el futuro”. ■



# Corregir la conminución

¿Cómo hacer más sustentable una industria dedicada a extraer las materias primas del subsuelo? Para hacer cambios de verdad, es hora de abordar uno de los mayores consumidores de energía del mundo: la conminución.

TEXTO: DAVID NIKEL FOTO: ADAM LACH

**SE HAN HECHO** avances para reducir las emisiones en todos los ámbitos de la minería. Sin embargo, paralelamente al crecimiento demográfico y de la urbanización, sigue aumentando la demanda de materias primas. Ante las dificultades crecientes para acceder a esas materias primas, resulta crucial implantar prácticas sustentables.

El desarrollo económico, medioambiental y social sustentable es vital para satisfacer las necesidades de hoy sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para hacer lo mismo. Para mantener nuestra forma de vida actual, es necesario extraer y procesar más materias primas, consumiendo más energía y agua y produciendo más residuos.

Al agotarse los yacimientos más accesibles, las minas deben bajar más en busca de mineral de menor calidad, agravando el problema. Encontrar el equilibrio entre la demanda de materiales y la necesidad de reducir el uso de energía y conservar el agua es uno de los grandes desafíos para la sustentabilidad. Aunque el concepto de sustentabilidad puede parecer paradójico en una industria extractiva, las mejoras medioambientales son posibles en la producción minera y de áridos. La conminución, uno de los mayores consumidores de energía del mundo, sería un buen punto de partida.

**LA CONMINUCIÓN, ESTO** es, el proceso de reducir el tamaño de la roca, es necesaria para extraer los minerales para su procesamiento y mejorar su calidad para aplicaciones industriales. Comienza con la tronadura, a la que siguen la trituración y la molienda de la roca extraída. La minería es una industria intensiva en energía que consume alrededor del 7% de la energía generada en el mundo. Y de esta energía, casi la mitad se consume en la conminución. Hacen falta innovaciones para reducir el consumo energético del proceso de conminución, actualmente ineficiente. Como socio tecnológico clave de la industria, 

# 20%

El consumo energético  
ahorrado en la molienda al  
reducir el tamaño del  
producto triturado de  
12 a 6 milímetros.

Sandvik puede desempeñar un papel importante como impulsor del cambio. Hamid-Reza Manouchehri trabaja en Sandvik desde 2011 para reducir el consumo de energía y agua en la conminución y, así mejorar la ecoeficiencia y la productividad. Para hacer más eficiente la conminución, hay que abarcar toda la cadena de valor, afirma, incluso desde antes de empezar a perforar. “Con un 2% del consumo energético pero un 15% del costo total de explotación, la tronadura es el proceso de conminución más eficiente desde el punto de vista energético”, continúa Manouchehri. “Una tronadura de buena calidad crea una buena fragmentación. Eso reduce el costo de transporte y permite una trituración más eficiente y productiva”, explica.

Sandvik Mining and Rock Technology ha introducido un adaptador nuevo para mejorar la precisión de la perforación, y los resultados son prometedores. Una perforación más recta conserva energía y reduce costos, a la vez que mejora la fragmentación. Perforar incluso con una ligera inclinación obliga a perforar más – y trabajar más – para mantener la producción programada. Según un estudio, a lo largo de una vida útil de la mina de ocho años, el adaptador podría reducir la distancia perforada en hasta ocho kilómetros y mejorar la calidad de las tronaduras. El resultado es una disminución del costo de transporte y del consumo energético en procesos de conminución posteriores.

**OTRO ASPECTO QUE** que podría mejorarse es la obtención de datos a partir de la respuesta de la broca a la roca. Sandvik ha desarrollado la tecnología de medición direccional durante la perforación (MWD), que revela información sobre la composición química de la roca que puede utilizarse para completar su caracteriza-

ción y mejorar el proceso de planificación. Estos datos permiten realizar tronaduras inteligentes. “Diseñando una malla de tronaduras basada en la caracterización química y física de la roca, se producen fragmentos más pequeños del mineral de alta ley, y fragmentos más grandes del resto”, continúa Manouchehri. “La clasificación inteligente puede eliminar las partículas más gruesas, reduciendo la cantidad de material a triturar, moler y procesar. Así, baja el consumo energético y aumenta la recuperación en los procesos posteriores, con efectos positivos sobre la productividad y los costos”. La molienda es una operación costosa y de baja eficiencia energética. La eficiencia energética de la molienda no pasa del 5%; en cambio, la trituración puede ser al menos 10 veces más eficiente y también más económica. Planteado en términos de sustentabilidad y costos, tiene sentido orientar el proceso de conminución hacia la tronadura y la trituración, siempre que sea posible técnicamente.

Sandvik ha diseñado una tecnología revolucionaria de trituración con sistemas de automatización inteligentes para mejorar la productividad y la eficiencia en la trituración de finos. El sistema de automatización permite el ajuste automático de la trituradora para trabajar con rocas duras, incrementando la productividad hasta un 4%. Trituradoras nuevas y potentes, como la Sandvik CH860i y la Sandvik CH865i, pueden transferir más presión, un 30% más que otras clases similares de trituradoras. Entregando mineral más triturado a la molienda, es posible ahorrar mucha energía. Si se pudiera reducir el producto triturado de 12 mm a 6 mm, se obtendría una reducción del 20% en el consumo energético en la molienda. Y además, ayudaría a minimizar el desgaste, con el consiguiente ahorro en costos de explotación.



**POR OTRA PARTE,** se han probado diferentes tecnologías asistidas para desarrollar diagramas de flujo eficientes, incluyendo la irradiación de microondas, impulsos eléctricos de alta energía, tratamientos ultrasónicos e incluso tecnología de plasma para debilitar la roca antes de triturar. “Durante los próximos años, creo que la tecnología de microondas aplicada a la industria minera evolucionará rápidamente” destaca Manouchehri.

Si bien es crucial reducir el consumo energético, no es el único factor de sustentabilidad. La conminución también consume grandes cantidades de agua. Aunque muchas minas se abastecen desde plantas de tratamiento de aguas residuales, la mejor opción es reducir la necesidad de agua. “En los últimos 70 años, la disponibilidad media anual de agua ha bajado de unos 4.000



## Investigar para un futuro sustentable

Sandvik participa en proyectos de investigación con universidades y empresas mineras para potenciar la sustentabilidad en el procesamiento de rocas. Se incluyen proyectos para evaluar y probar tecnologías de pre-debilitamiento por microondas y reducir la intensidad energética de los procesos de trituración y molienda y desarrollar una prueba de concepto para procesos ecoeficientes de conminución en seco.

metros cúbicos por persona a solo 1.000 metros cúbicos por persona”, explica Manouchehri. “A pesar de ello, la industria minera consume cada año entre 6 y 8 mil millones de metros cúbicos de agua. Una parte importante de esta agua se utiliza para facilitar la molienda, porque es efectiva y fácil de manejar. Sin embargo, debido a los problemas de escasez de agua y el potencial de contaminación de las aguas residuales durante la molienda, se está imponiendo una tendencia clara hacia la trituración en seco”.

Sandvik Mining and Rock Technology trabaja en el desarrollo de un proceso de molienda seco y ecoeficiente. “Creo que este proceso seco acabará llegando al mercado y encontrando su lugar en la industria”, dice Manouchehri.

Muchos miran hacia el futuro lejano en busca de respuestas para las preguntas de sustentabili-

dad de hoy. Avances en la industria del petróleo y el gas y en campos afines como la energía eólica marina podrían hacer económicamente viable la minería submarina. A más largo plazo, la minería de asteroides podría dejar de ser tema de novelas de ciencia ficción y convertirse en una posibilidad real. Para eso serán necesarios complejos proyectos multidisciplinarios de investigación y desarrollo.

**PERO POR SUPUESTO** hacen falta soluciones más inmediatas. Y aquí también, las respuestas pueden encontrarse fuera de la minería. “Debemos ser más innovadores y buscar alianzas fuera de la infraestructura actual de la investigación minera”, concluye Manouchehri. “El carácter global de la industria puede favorecer una aproximación a la I+D y la innovación basada en equipos multidisciplinarios”. ■

## Medición direccional en la perforación

Sandvik OptiMine Drill Plan Visualizer muestra los planos existentes y los resultados de perforación reales en un formato 3D, incluyendo los datos de medición direccional durante la perforación (MWD), cuando están disponibles. Los datos de MWD también están disponibles en gráficos 2D para un análisis alternativo más detallado de los resultados de la perforación. Editar planos de perforación nuevos es rápido y fácil.

# El ayer y el hoy de la tunelería

Construir bajo tierra es más complicado que en la superficie. A pesar de ello, se construyen túneles desde la Antigüedad, primero para el riego y más tarde para transportar personas, animales y mercancías. La construcción de túneles está tan arraigada que los constructores incluso tienen su propia patrona y protectora, Santa Bárbara.

Algunos de los primeros túneles documentados datan del siglo XXII a.C., cuando los babilonios comenzaron a utilizar pasajes subterráneos para el riego. Entre 2180 y 2160 a.C., excavaron un túnel de 900 metros de longitud bajo el río Éufrates.

En el año 312 a.C., Roma construyó su primer acueducto, y aunque los romanos no inventaron la tecnología (los primeros acueductos se remontan a los asirios en el siglo VII a.C.), sí fueron los artífices de avances decisivos.

Avanzando hasta el siglo XVII de nuestra era, los franceses y británicos comenzaron a utilizar pólvora para excavar túneles, pero no fue hasta 1867 cuando realmente despegó la construcción de túneles. ¿Por qué? Porque fue el año en que el ingeniero sueco Alfred Nobel patentó la dinamita, que facilitó enormemente el proceso de abrir paso a través de materiales densos como la roca.

Repasamos algunos túneles en distintas partes del mundo que han batido récords:



A menudo se colocan figuras de Santa Bárbara a las entradas para proteger tanto el propio túnel como los que trabajan en él durante su construcción.

### **Túnel de Lærdal, Noruega, el túnel carretero más largo (en la foto)**

Con 24, 51 kilómetros debajo de montañas y fiordos, es el túnel carretero más largo del mundo. Su construcción requirió unas 5.000 tronaduras. Construido entre 1995 y 2000, conecta Aurland y Lærdal y permite viajar sin ferry entre Oslo y Bergen. El túnel cuenta con elementos innovadores para la ventilación y la seguridad de los conductores, como 15 puntos de cambio de sentido, 48 apartaderos para automóviles en pana y una iluminación especial.

### **Acueducto de Delaware, Nueva York, el túnel de servicio más largo**

Con sus 4,1 metros de ancho y 137 kilómetros de largo, el Acueducto de Delaware es actualmente el túnel de servicio más largo del mundo. Construido entre 1939 y 1945, el acueducto sigue transportando hasta la mitad de toda el agua suministrada a la ciudad de Nueva York, con una capacidad diaria de 4,9 millones de metros cúbicos. El agua proviene del embalse del río Roundout, así como de los embalses de Cannonville, Neversink y Pepacton, a través de los túneles de Delaware y Neversink.

### **El túnel submarino del Canal de la Mancha, Reino Unido/Francia**

Terminado en 1994, con un costo de 6.000 millones de dólares (unos 15.600 millones de dólares de la actualidad), este túnel de 50 kilómetros discurre bajo el Canal de la Mancha y une Folkestone, en Kent (Inglaterra), con Coquelles, Pas-de-Calais, cerca de Calais, en el norte de Francia. Es el treceavo túnel más largo del mundo actualmente en uso y el cuarto más largo utilizado por trenes de pasajeros. Con casi 38 kilómetros, su sección submarina es la más larga del mundo, con una profundidad media de 50 metros bajo el lecho marino.

# Las herramientas y los servicios del mañana, hoy

La productividad es primordial, para usted y para su mina o cantera. Con una gama diversa de equipos, software y servicios, Sandvik Mining and Rock Technology no solo conoce su negocio y sus desafíos sino que además cuenta con los productos que le ayudarán a potenciar su productividad y mejorar su seguridad y eficiencia.

### AMBIENTE, SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD (EHS)

**Con seguridad.** Nuestro objetivo es eliminar los daños para las personas y el entorno. El EHS es vital en todas las operaciones de Sandvik, sobre todo en el desarrollo de productos. Queremos entregar los productos más seguros del mercado. Desde nuestro Sistema de Gestión de Compresores hasta la protección contra incendios, nuestros productos están diseñados para minimizar el impacto medioambiental y reducir los riesgos en sus operaciones.



### REPUESTOS ORIGINALES Y MANTENIMIENTO

**Tiempo productivo.** En un sector en el que una hora de parada puede costar miles, un contrato Sandvik 365 – con un servicio las 24 horas del día, técnicos calificados y repuestos originales a pedido– puede ahorrar millones. Predecir la productividad permite predecir la rentabilidad. No solo suministramos equipos de minería y construcción que son referentes en el sector; nuestra oferta posventa integral incluye servicios que agregan aún más valor y repuestos originales que alargan la vida de sus equipos.



### PERFORACIÓN DE SUPERFICIE

**Potencia y precisión.** Los equipos de perforación de roca de Sandvik son famosos por su durabilidad, confiabilidad y productividad. Durante décadas, nuestros equipos de perforación TH de superficie, DTH de superficie y de piedra dimensionada han entregado bajos costos totales de propiedad en aplicaciones en canteras, la minería a rajo abierto y la construcción. Somos especialistas en equipos que combinan potencia y precisión con seguridad y productividad.



### PERFORACIÓN SUBTERRÁNEA

**Alta productividad.** Los equipos de perforación subterráneos Sandvik están diseñados para maximizar su productividad en aplicaciones de minería y tunelaje. Con perforadoras de roca hidráulicas de alto rendimiento, son ergonómicos, eficientes y confiables. Están diseñados para asegurar el menor costo posible por metro perforado y un bajo costo a lo largo de su ciclo de vida. Nuestra gama va desde equipos sencillos pero robustos hasta unidades automatizadas con volúmenes de producción extraordinarios.



## MINERÍA CONTINUA Y TUNELERÍA

### Siempre adelante.

Los equipos de minería continua y tunelaje de Sandvik reflejan las ventajas únicas de un control interno total de sus máquinas y herramientas de corte. Tecnologías de corte y diseños optimizados aseguran una alta productividad, larga vida útil y un bajo costo total.



## CARGUÍO Y TRANSPORTE

### Cargadores y camiones confiables.

Los cargadores y camiones subterráneos de Sandvik están diseñados para ofrecer seguridad, productividad y confiabilidad en las condiciones más duras. Robustos, compactos, ergonómicos y muy maniobrables, tienen una capacidad enorme por su tamaño, con un costo muy bajo por tonelada.



## TRITURACIÓN Y CLASIFICACIÓN

**Maxima reducción.** Las soluciones de trituración y clasificación de Sandvik velan por la productividad en minas, canteras y proyectos de ingeniería civil. Ofrecemos soluciones avanzadas para cualquier necesidad de reducción, fija o móvil. Podemos modernizar instalaciones existentes, suministrar soluciones completas e instalaciones llave en mano. También suministramos trituradoras y harneros individuales, así como componentes clave y consumibles. Ya se trate de triturar toneladas de roca dura o de producir áridos de diversa granulometría, nuestras soluciones aseguran la robustez y la versatilidad necesarias.



## ROTURA DE ROCA

**Más duros.** Los martillos y equipos de demolición Sandvik resuelven los trabajos más difíciles. Están diseñados para elevadas fuerzas de trituración o corte de alto impacto, con relaciones potencia-peso altas, interfaces fáciles y conexiones sencillas. Tanto si se busca un romperrocas de brazo para aplicaciones de trituración o martillos hidráulicos para proyectos de demolición, tenemos las herramientas y los equipos de precisión necesarios para trabajar con eficiencia.



## AUTOMATIZACIÓN DE MINAS

### Control completo.

Sandvik Automine cubre todos los aspectos de la automatización, desde un solo equipo hasta el control de una flota completa. Desde una cabina de mando cómoda y segura, los operadores pueden controlar y monitorear el movimiento de una flota de cargadores, camiones o perforadoras automáticas. Y con el monitoreo y control de gestión a distancia, los supervisores pueden comunicarse con equipos y operadores donde sea que estén trabajando.

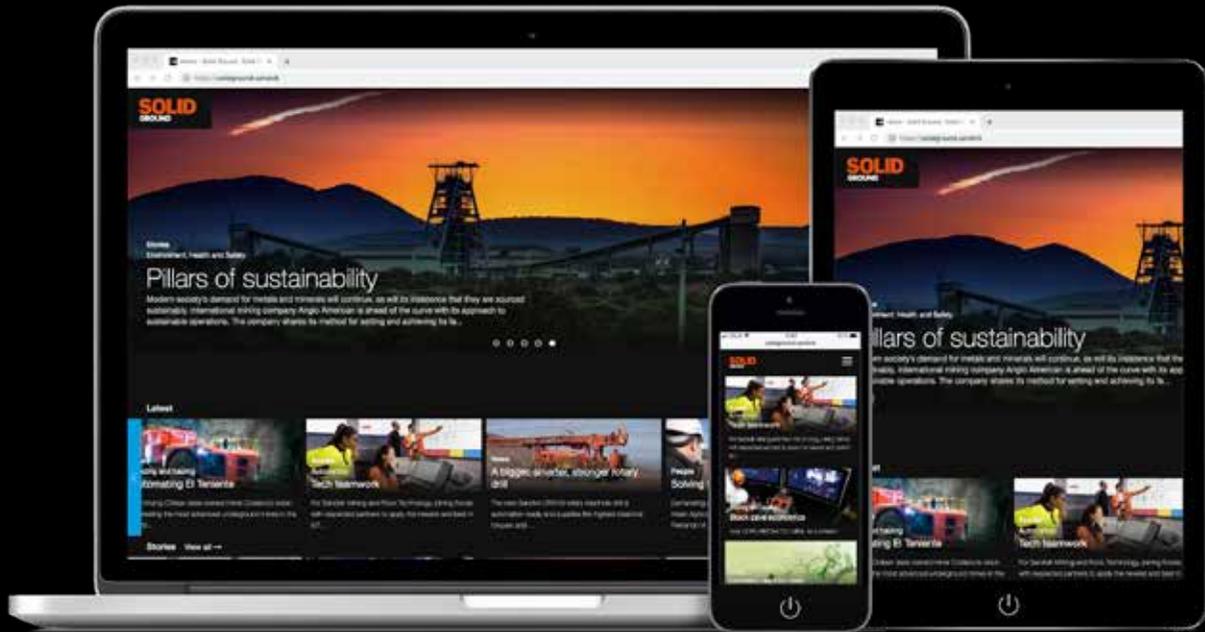


## HERRAMIENTAS Y SISTEMAS PARA ROCA

### Impacto profundo.

Sandvik ofrece la gama más completa de herramientas para la exploración, perforación de roca, escariado de carbón, minería de minerales, tunelaje, zanjeo, explanación y fresado de carreteras. Como líderes mundiales en tecnología de acero y metal duro, nuestros productos han revolucionado la industria y nuestros avanzados sistemas de herramientas han mejorado notablemente la productividad del sector.





## SOLID GROUND ONLINE

### HISTORIAS DE CLIENTES QUE LE VAN A IMPORTAR

Visite [solidground.sandvik](http://solidground.sandvik) que le ofrece reportajes esclarecedores cubriendo desde la minería de superficie hasta el tunelaje, retratos de personalidades relevantes de la industria y videos sobre innovaciones tecnológicas. Solid Ground online es su fuente para los artículos sobre minería y la industria de la excavación de roca que le interesan a usted.

