

Incorporación de últimas tecnologías y ejemplos de aplicaciones recientes

Nuevos desarrollos en rozadoras

En este artículo, basado en la ponencia del mismo título desarrollada por el autor en la Jornada del pasado 10 de mayo sobre *Excavación Mecánica de Túneles con Equipos no Integrales*, se describen los nuevos desarrollos en máquinas rozadoras, llevados a cabo por *Sandvik Mining and Construction* y que van desde las nuevas generaciones de herramientas de corte, hasta nuevos procesos de refrigeración de picas o diferente velocidad de giro y tipo de los cabezales, pasando por nuevos sistemas de guiado y control de las operaciones y mejores sistemas de estabilización en el frente. Se muestran a su vez ejemplos de aplicaciones recientes.

Palabras clave: CABEZAL, CONTROL, CORTE, EXCAVACIÓN, MINERÍA, PICAS, RESISTENCIA A COMPRESIÓN, ROZADORAS, SECCIÓN, TECNOLOGÍA, TÚNEL.

 **Miguel TORIJA, Ing. de Minas.**
BLM Surface Drilling & Tunnelling.
SANDVIK Española, S.A.

Las rozadoras, también denominadas *minadores* en el sector extractivo, son máquinas de excavación que desarrollan el proceso de arranque mediante una cabeza giratoria provista de herramientas de corte de metal duro –picas– que inciden sobre la roca, y que va montada sobre un brazo articulado o extensible; y cuenta además con un sistema de recogida y transporte de escombros desde el frente hacia la parte posterior de la máquina y un conjunto de mecanismos que la dotan de movilidad, estabilidad, etc.

Estos equipos, también, se llaman de *ataque puntual*, ya que la potencia total del motor de corte y el peso de la máquina se suelen concentrar en una única punta cortadora que está en contacto con la roca del frente, lo que le permite arrancar rocas de elevada resistencia.

Desde los años cuarenta del pasado siglo, que es cuando aparecieron las primeras máquinas en la minería de carbón, se han incorporado a éstas diferentes avances tecnológicos, en paralelo con un aumento del tamaño y potencia.

Entre algunas de las principales innovaciones cabe citar las siguientes: nuevas generaciones de herramientas de corte basadas en

aleaciones especiales de carburo de tungsteno, nuevos sistemas de refrigeración de picas, nuevos procesos de corte de la roca con velocidades de giro de las cabezas menores, mejores sistemas de estabilización de las máquinas en el frente de trabajo y modernos sistemas de guiado y control de las operaciones.

Si bien poseen un campo de aplicación amplio, tienen que competir con otras técnicas de excavación, ya sea con la convencional de perforación y voladura o con la excavación mecánica integral con tuneladoras en proyectos de gran longitud. La elección de las rozadoras dependerá pues de un análisis técnico económico, e incluso ambiental del entorno.

Rozadoras Sandvik

La *Investigación y Desarrollo* es un elemento clave de la estrategia empresarial de *Sandvik*. Cada año, la empresa invierte unos 330 M€ en i+D y el Grupo tiene unas 5.000 patentes activas. Más de 2.400 empleados de *Sandvik* trabajan en i+D en las distintas áreas de negocio. Su trabajo se orienta en función de la demanda de los clientes y el mercado. *Sandvik* está lanzando continuamente productos nuevos –miles por año– que ofrecen potencial de crecimiento,

umentan la cuota de mercado y los beneficios, y mejoran el entorno y la calidad de vida.

Sandvik Mining and Construction GmbH (anteriormente *Voest Alpine Bergtechnik*) en Zeltweg, Austria, es una parte del área de negocio de *Sandvik Mining and Construction*, donde se investigan, diseñan y se fabrican las rozadoras y minadores de la marca. La empresa produce además otros equipos para minería de roca dura y blanda, como cargadoras LHD. Aproximadamente 445 personas trabajan en la empresa, 260 de los cuales trabajan en la producción. La planta en Zeltweg está certificado de acuerdo a las normas *ISO 14001* y *OHSAS 18001*, y cada año, la compañía publica un informe de *Salud Ambiental y Seguridad* que contiene los indicadores de desempeño para el medio ambiente, la salud y la seguridad.

Características operativas

Básicamente, las rozadoras son máquinas excavadoras que realizan su trabajo mediante una cabeza giratoria provista de herramientas de corte que incide sobre la roca y que va montada sobre un brazo monobloque o articulado, y un sistema de recogida y transporte del



Rozadora MT520i de 115 t de peso, compacta y modular, pudiendo equipar cabezales de corte transversal o longitudinal.



Centro de conocimiento del rozado de Sandvik Mining and Construction GmbH, en Zeltweg (Austria).



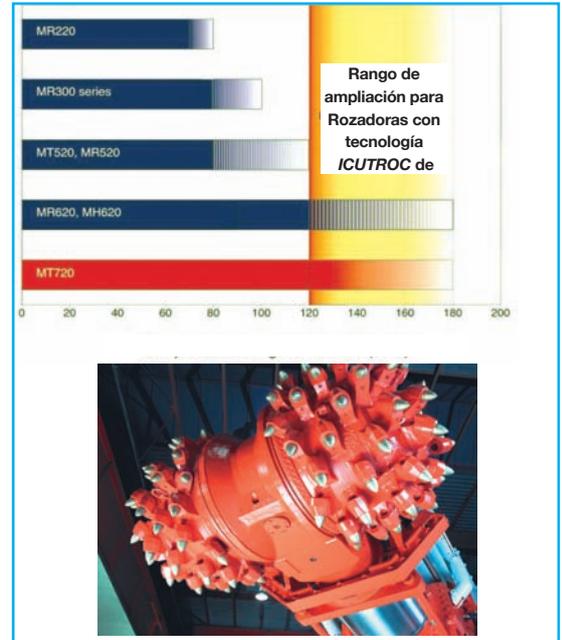
Rozadoras
Rozadoras mineras

TECNOLOGÍA DEL CORTE

Rozadoras de construcción

Máquinas de roca dura

Distintos tipos de rozadoras fabricadas por Sandvik Construction.



Rango de aplicación de rozadoras de última generación Sandvik y cabezal de corte de MT720.

material que lo evacua desde el frente de arranque hacia la parte trasera de la máquina. Todo el conjunto va montado sobre un tren móvil de orugas.

Las ventajas principales de estos equipos son la movilidad de la que están dotados, que permiten una fácil accesibilidad al frente; la versatilidad y la flexibilidad, pues se adaptan bien a diferentes condiciones de trabajo en lo referente a formas, secciones y materiales a excavar; el reducido espacio que requieren para el montaje; la elevada capacidad de arranque de materiales resistentes y no abrasivos; la menor sobreexcavación y alteración de la roca remanente; así como la posibilidad de efectuar directamente la carga del escombro sobre diferentes sistemas de transporte. Así mismo, son equipos adecuados para excavar pequeños tramos de túnel o proyectos de gran longitud, y labores auxiliares de reperfilado o aumento de gálibo en túneles ya existentes.

La utilización de máquinas de ataque puntual viene en parte delimitada por las características de la roca a excavar, como su resistencia a compresión (20 a 120 MPa), la baja abrasividad, la homogeneidad y el diaclasamiento plantean una buena rozabilidad pese a la alta tenacidad de la roca.

Avances tecnológicos en rozadoras

Desde 1990 se han utilizado rozadoras de diseño avanzado en formaciones rocosas que en el pasado se consideraban difíciles de excavar o no excavables con estas máquinas, o en las que simplemente no era económicamente viable su aplicación.

Dos desarrollos importantes desde entonces han ayudado a la eficacia de las rozadoras en la excavación de túneles:

- Rozadora con reductora sin engranaje interruptor, que permite utilizar toda la potencia de corte instalada a una velocidad de giro menor de la cabeza de corte.
- Picas de tecnología mejorada con respecto a la calidad del carburo de tungsteno

no y también con respecto a los sistemas de inyección de agua a alta presión.

La aplicación de reductoras sin interruptor en rozadoras se inició con el desarrollo de la *Alpine Miner AM105* de Sandvik.

Esto da como resultado una reducción apreciable del consumo de picas, además de conseguir excavar en macizos que requieren una gran energía de corte. Uno de los límites más elevados se ha dado en una mina de carbón alemana, donde se ha llevado a cabo la excavación de una galería a sección completa, atravesando una formación dique de areniscas de 180 MPa de resistencia a la compresión.

Nuevos desarrollos Sandvik en rozadoras

El objetivo de Sandvik es fabricar Rozadoras con funciones inteligentes, procesando datos y con sistemas integrados que toman decisiones para optimizar el proceso de excavación; tales como: el sistema *Sandvik* de perfilado de sección, el sistema *Geodata* de posicionamiento de la cabeza de corte; o los sistemas *Mul* (simulación), *Tuc* (registro de parámetros), o *CIMNE*

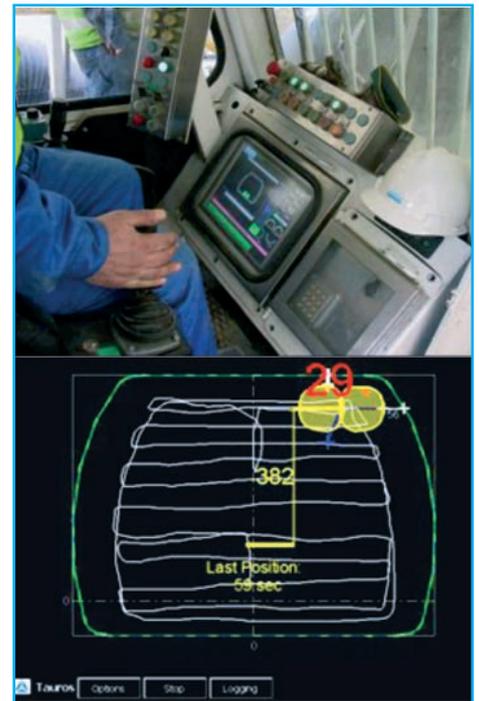
- **Control de dirección y perfilado Integrados.**

Cálculo de la posición de la cabeza de corte de la máquina para la optimización del perfil de túnel: Integración del sistema *Geodata* en el sistema de procesamiento de la máquina, para la automatización o robotización de operaciones de excavación.

Esto permite una reducción de costes en hormigón al ser el sistema más preciso.

- **Iniciativa para la eficiencia energética (Proyecto EC, herramienta para reportar)**

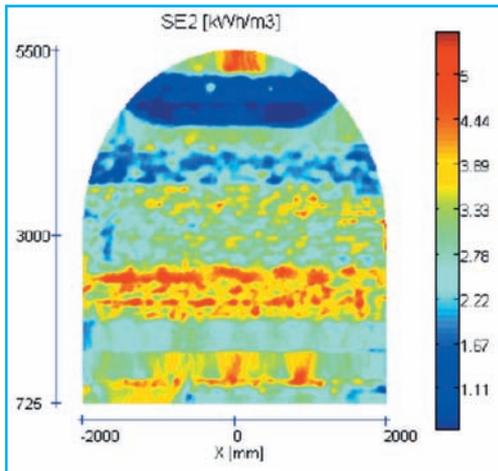
Se trata del uso de datos de la máquina operacionales para la optimización de procesos. Recientemente se han incorporado a las rozadoras una serie de sensores capaces de registrar distintos parámetros de estas máquinas durante el arranque desarrollado por *TUC*. Me-



Integración del sistema de dirección y perfilado.

diante una serie de algoritmos es posible efectuar un análisis posterior de la energía específica requerida para el corte. Ello permite una caracterización detallada de las rocas que constituyen el frente de avance y posibilitan la optimización del proceso de excavación.

Ello permite conformar un *mapa de eficiencia del rozado*, tras la vigilancia de varios turnos observando el desempeño de la rozadora para distintas caracterizaciones de roca; y la *Optimización del proceso de corte*, a tra-



Visualización de la energía específica de las rocas que constituyen el frente de arranque.

vés de la eficiencia excavación de una rozadora mediante la selección de los mejores parámetros de funcionamiento o diseño de cabeza en determinadas condiciones geológicas.

- **Investigaciones sobre la Interacción entre el método de excavación y la masa rocosa.**

Desarrollo de sensores y modelos de análisis para cuantificar los daños de la zona alrededor obra subterránea (Mining University Leoben). El objetivo final es utilizar este conocimiento para optimizar los requerimientos de soporte para la tecnología de excavación aplicada.

- **Mejoras en las herramientas de corte y simulación de procesos.**

Algunos fabricantes como Sandvik, han desarrollado últimamente una nueva generación de picas con una aleación especial de carburo de tungsteno, que posee una mayor resistencia al desgaste y una mayor tenacidad, consiguiendo aumentar la vida de las picas en iguales condiciones de trabajo.

Por medio de ensayos de corte en laboratorio, así como cálculos y simulaciones con métodos de elementos finitos, se ha llegado a identificar y cuantificar las propiedades termo-físicas y los mecanismos de desgaste, demostrándose que el tiempo de vida que la vida útil de las nuevas herramientas de corte comparadas con las antiguas es más del doble.

La fábrica de rozadoras de Sandvik en Zeltweg (Austria), cuenta además de los laboratorios de ensayos con un área de prueba de los equipos y herramientas de corte.

Desarrollos futuros

Los desarrollos futuros de las rozadoras van encaminados a:

- **Implementación de proceso de corte automático.** Mediante el optimizado del uso de la máquina dentro de los parámetros especificados de la productividad in-



Cuantificación de resultados de la simulación en el laboratorio de pruebas en la corte de Sandvik en Zeltweg, Austria.

dependientemente del operador.

- **Planificador de mantenimiento Inteligente.** Planificación de Mantenimiento de acuerdo al *stress* de la máquina.

Como conclusión, indicar que las mejoras en la seguridad y calidad del túnel con las nuevas rozadoras *Sandvik*, son:

- Reducción del coste del túnel por el aumento de la precisión del perfil.
- Reducción del coste del túnel por la optimización de procesos.
- Aumento del avance del túnel de optimización de procesos.
- Reducción del costo del túnel por la optimización de herramientas de corte (Picas).

Ejemplos de aplicaciones de las nuevas rozadoras Sandvik (Serie MT)

La *serie MT* de rozadoras *Sandvik* para construcción están equipadas con potentes cabezas transversales de rozado, geométricamente optimizadas y con posibilidad de intercambiar con otros tipo de cabezales longitudinales, diseñadas para obtener el mejor rendimiento de corte en una amplia variedad de formaciones rocosas.

La gama se compone actualmente de tres modelos: *MT300*, *MT520* y *MT720*, con pesos operativos desde 60 a 135 t, y potencias del cabezal de corte de 200 a 315 kW.



Rozadora Sandvik MT520 de 115 t de peso; brazo telescópico de 1,2 m; motor de corte, 315 kW; velocidad de corte, 2,9 m/s; y potencia total instalada, 537 kW.

Estos equipos han demostrado gran versatilidad y rendimiento en aplicaciones como túneles subterráneos, túneles de carreteras, excavación de pozos, rehabilitación de túneles existentes y excavación de cavernas subterráneas.

Un ejemplo de ello son las rozadoras utilizadas en: el *proyecto Sochi* en Rusia, donde se emplean 12 rozadoras (*MT720*, *MT520* y *MT360*) en la excavación de las infraestructuras subterráneas para los *Juegos Olímpicos de Moscú 2014*.

También en la excavación de los túneles del Metro de Bilbao y Área de San Sebastián, se encuentran en operación 9 unidades *MT720* y *MT520*. La Línea 3 del Metro de Bilbao (Matico-Etxebarri) tiene una longitud de 5.880 m, y comprende siete estaciones que conectan con las líneas 1 y 2 en la estación de Casco Viejo.

Las obras que comprenden cuatro tramos subterráneos, comenzaron a finales de 2009 y hoy día están trabajando seis rozadoras pesadas *Sandvik* de entre 110/135 t, con 300 kW de potencia y velocidad reducida en la cabeza de corte, refrigeración de picas y sistemas de guiado por láser. La resistencia a compresión simple de las margocalizas que se están atravesando oscila entre 25 y 60 Mpa, con un *RQD* = 75/90 y un *RMR* comprendido entre 55 y 70, con un rendimiento medio de 4,5 m/día en sección de avance.

Otros dos proyectos internacionales donde se han utilizado rozadoras *Sandvik* de última

Excavación



La rozadora Sandvik MT520 ejecutando el rozado del frente en los túneles de la Línea 3 del Metro de Bilbao.

La rozadora MT720, de 135 t de peso, y velocidad de giro de corte de 1,3 m/s.



generación, son: la conexión subterránea del aeropuerto de Brisbane (Australia), donde se ha utilizado una rozadora **MT720**, para excavar formaciones con resistencias a compresión desde 10 a 99 Mpa.

O el proyecto *East Side Access*, para la conexión a la Terminal Gran Central en Manhattan,

del Metro de Nueva York. para cuya excavación, con una cobertura de entre 12 y 30 metros, se han utilizado dos rozadoras **MT720 Icutroc** y una **MH620**. Los materiales atravesados eran una roca masiva a algo fracturada de esquistos y pegmatitas con una resistencia media a compresión simple de 95 Mpa. □



SANDVIK ESPAÑOLA, S.A.

Sandvik Construction

28830 S. Fdo. de Henares (Madrid)

☎ : 916 605 232 • Fax: 916 605 239

E-mail: mineriyayconstruccion.es@sandvik.com

Web: www.sandvik.com