

## Informe Técnico

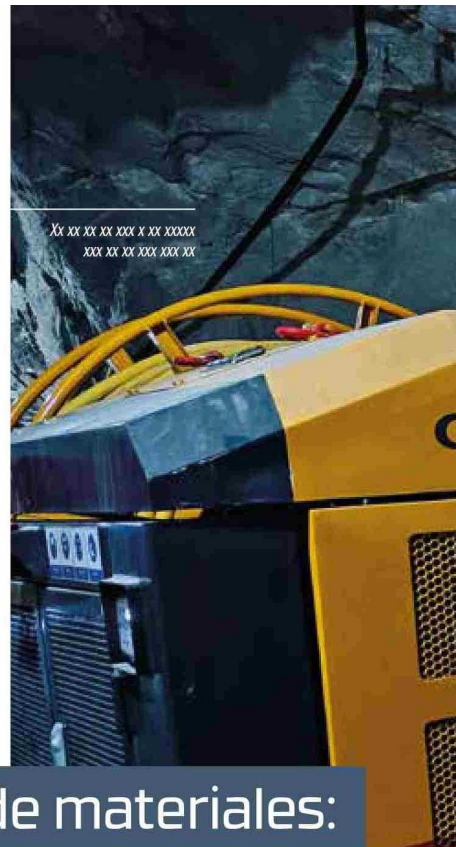
**E**n un escenario donde las operaciones mineras profundizan su alcance, el transporte de materiales enfrenta exigencias cada vez más complejas. La disponibilidad de equipos, la trazabilidad operativa y la seguridad de los trabajadores se han posicionado como prioridades críticas para mantener la continuidad y la competitividad de las faenas.

Frente a este panorama, soluciones como el mantenimiento predictivo, los sistemas autónomos y el monitoreo en tiempo real están permitiendo importantes avances en materia operativa. La reducción de detenciones y errores humanos no solo optimiza el uso de activos, sino que también prolonga su vida útil, generando impactos positivos en productividad y costos.

No obstante, el escenario no está exento de desafíos. Las condiciones geomecánicas adversas, la fatiga de materiales y el alto consumo energético demandan estrategias integradas que permitan avanzar hacia un transporte más eficiente, seguro y sustentable. En esta línea, la incorporación de nuevas tecnologías ha incidido directamente en los parámetros operacionales de los equipos. Raúl Castro, académico de la Universidad de Chile, explica que “los sistemas autónomos y semi-autónomos han reducido tiempos de inactividad debido al mantenimiento predictivo basado en datos de sensores IoT y la disminución de daños

a componentes por errores humanos, lo que prolonga la vida útil de los componentes y asegura la continuidad operativa. Debido a esto, también se logra disminuir los costos de reparación de equipos y una operación más eficiente”. Una visión similar entrega Cristian Cancino, Business Line Manager Digital Solutions Division de Epiroc Cono Sur, quien destaca los beneficios del enfoque predictivo en terreno. “En una mina en Chile, la disponibilidad de equipos aumentó del 85 % al 95 %

obstáculos relevantes. Para Eduardo Guerrero, gerente general de S-Tec, “los principales retos en la ingeniería de los sistemas de transporte tienen relación con la dureza del material, la resistencia de los componentes al impacto y al desgaste por abrasión y corrosión, además de problemas propios de sistemas dinámicos que provocan fatiga de ciertos componentes y aflojamiento de uniones apernadas producto de la vibración”. A estas limitaciones técnicas se suman las condiciones



## Transporte y manejo de materiales:

# Eficiencia, continuidad y transformación bajo

con el uso de mantenimiento predictivo. Este enfoque permite identificar y solucionar problemas antes de que causen fallos, asegurando que los equipos estén operativos durante más tiempo”.

### Principales retos

Si bien las soluciones digitales han demostrado beneficios concretos, su adopción a gran escala todavía enfrenta

operativas del entorno. “Se suman especialmente los trabajos de mantenimiento que se deben realizar en espacios confinados y con poca ventilación al interior de las minas”, agrega Guerrero, haciendo hincapié en los riesgos que implica intervenir sistemas en zonas de difícil acceso. Desde Epiroc, Cancino apunta a otro factor clave: la mayor profundidad de las minas

subterráneas. “Los principales retos son la profundización de las minas subterráneas, debido a que los minerales de mejor ley se encuentran a mayor profundidad, por lo que se requiere que las minas se profundicen más para ir a buscar estos minerales. Esto implica mayor exposición de los trabajadores a condiciones de altas temperaturas, aire más contaminado y riesgo de

**Nuevas tecnologías,** automatización y analítica avanzada están **redefiniendo el transporte y manejo de materiales en la minería.** La eficiencia operativa se convierte en un eje estratégico ante mayores desafíos.





**Informe Técnico**

**tierra**

colapsos debido a los mayores esfuerzos geomecánicos”, sostiene.

Asimismo, el ejecutivo advierte que “debido al incremento en las distancias de acarreo, los equipos aumentan el consumo de combustible, tienen un mayor consumo de neumáticos, menos tiempo dedicado a la producción debido al tiempo que se requiere para llegar a las zonas productivas, y las mantenciones están más relacionadas con tiempos de traslado que de producción directa”.

Desde la academia, Raúl Castro refuerza este diagnóstico al precisar que “dentro de la minería subterránea, nos



Foto: Centiliza Epirac



Foto: Centiliza S-Tec



Foto: Universidad de Chile

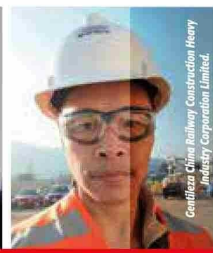


Foto: Centiliza China Railway Construction Heavy Industry Corporation Limited

enfrentamos a tres retos esenciales que determinan el éxito de cualquier operación: seguridad, productividad y costos”. En cuanto al primer punto, destaca que “el principal desafío es cuidar al personal que trabaja en ambientes particularmente adversos. Frente a esto, una de las soluciones más efectivas ha sido incorporar sistemas de automatización que per-

miten operar los equipos de forma remota, desde Centros Integrados de Operaciones”. Respecto a la productividad, el académico puntualiza que “este parámetro depende, entre otros, de las distancias de transporte, la disponibilidad mecánica de equipos (LHD, camiones y correas transportadoras) y el correcto dimensionamiento del sistema”. Finalmente, en cuanto

De Izq. a Der.:  
 Cristian Cancino, Business Line Manager Digital Solutions Division, Epirac Cono Sur.

Eduardo Guerrero, gerente general de S-Tec.

Raúl Castro, académico de la Universidad de Chile.

Ellison Lee, Chief Representative in Chile, Peru and Bolivia de China Railway Construction Heavy Industry Corporation Limited (CRCHI).



a los costos, advierte que “aspectos como el consumo de combustible, el desgaste acelerado de los equipos y la inversión en infraestructura especializada impactan de manera directa en los costos de operación y mantenimiento”.

### Reducción de tiempo de detención

Frente a este escenario, los expertos coinciden en que la disminución de los tiempos de detención y el aumento de la disponibilidad operativa han sido posibles gracias a la incorporación de tecnologías avanzadas y metodologías innovadoras.

En este ámbito, la automatización ha jugado un papel decisivo. Según Cancino, “la utilización de equipos automatizados para carguío y transporte ha sacado a las y los operadores de las zonas de riesgo y exposición, operando desde fuera de la mina en lugares con mayor confort y seguridad. La automatización ha logrado bajar los costos de mantención por accidentes y mala operación”.

A su vez, otras soluciones tecnológicas están contribuyendo a mejorar la fluidez operativa. Ellison Lee, Chief Representative in Chile, Peru and Bolivia de China Railway Construction Heavy Industry Corporation Limited (CRCHI), sostiene que “la implementación de sistemas de transporte continuo (como la combinación de cintas trans-

portadoras y LHD eléctricos) elimina cuellos de botella en los nodos de carga-transferencia, garantizando la fluidez operativa”.

### Disminución de costos y optimización de activos

En paralelo, la reducción de costos y la optimización de activos se han convertido en focos estratégicos para las compañías mineras. En esta línea, Lee resalta que “entre las variables clave está utilizar equipos de alta durabilidad y bajo costo de mantenimiento para prolongar su vida útil y reducir el desperdicio de recursos. Además, para un mejor consumo energético de los equipos, es ideal seleccionar equipos de transporte de bajo consumo (locomotoras eléctricas, cintas transportadoras) para reducir el consumo energético”.

Desde la mirada de Epiroc, Cancino agrega que “la implementación de sistemas digitales para el monitoreo y la gestión de operaciones permite una toma de decisiones más informada y eficiente”. A esto se suma, según el ejecutivo, que “la optimización de los recursos asegura que cada activo se utilice de la manera más eficiente posible, reduciendo el desperdicio y mejorando la producción”. Por su parte, el profesional de la Universidad de Chile expresa que “la implementación de soluciones tecnológicas ha permitido reducir costos y

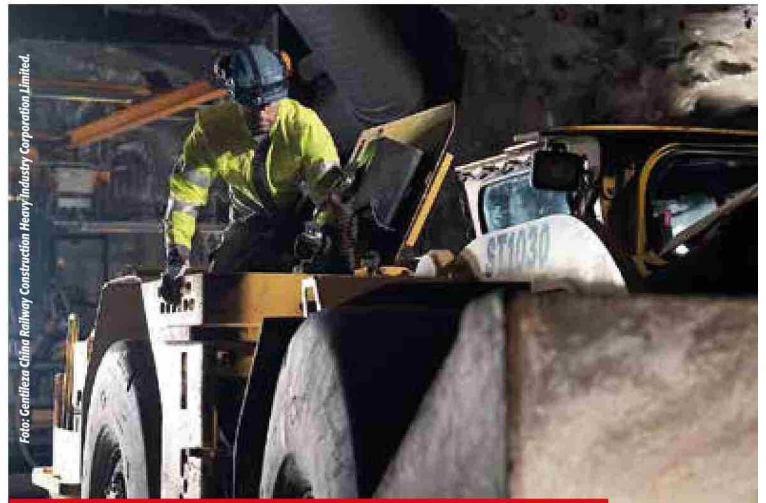


Foto: Gentileza China Railway Construction Heavy Industry Corporation Limited.

maximizar el rendimiento de los equipos a través de la predicción de eventos operacionales y un enfoque proactivo en el mantenimiento de estos. Desde el punto de vista de tecnologías, hemos desarrollado dos soluciones: simulación de procesos mineros y desarrollo de IA en minería”. En síntesis, el académico concluye que “el impacto de estas tecnologías se traduce en una reducción de costos operacionales y una prolongación de la vida útil de los equipos”, resultado que consolida la transformación digital como eje central del transporte y manejo de materiales en la minería del futuro. **mch**

Manipulación de materiales subterráneo.

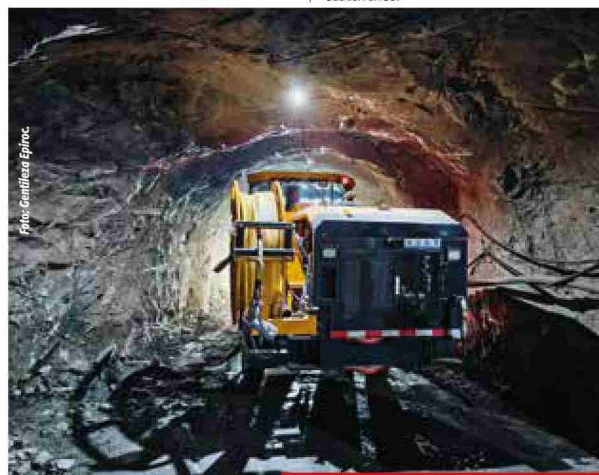


Foto: Gentileza Epiroc.