

## Informe Técnico

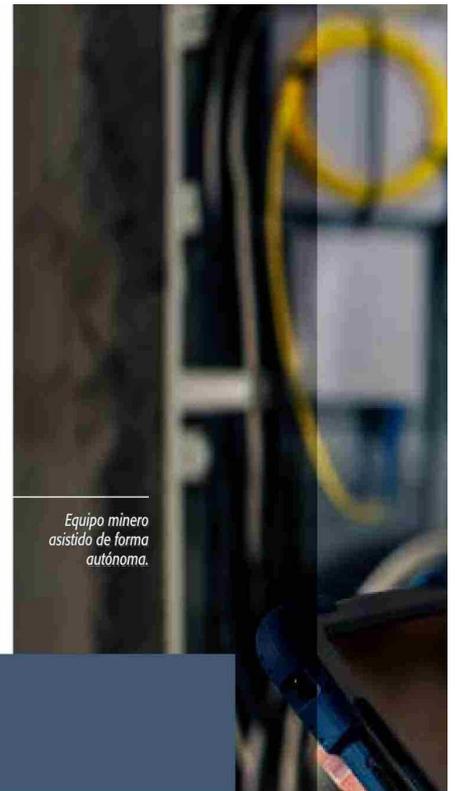
**D**esde 2008, cuando la división Gabriela Mistral comenzó a implementar flotas 100% autónomas, la industria minera no ha dejado de innovar, desarrollando sistemas tecnológicos con inteligencia artificial (IA) incorporada para mejorar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de las operaciones. Expertos coinciden en el impacto positivo que genera la utilización de IA, desde maquinarias autónomas que optimizan el rendimiento en tiempo real, hasta algoritmos capaces de predecir y prevenir fallas.

La integración de la IA se ha extendido a una amplia gama de equipos mineros, marcando un antes y un después en la operación de la maquinaria y en la gestión de los procesos. Al respecto, Carlos Carmona, académico de la Escuela de Minería y Recursos Naturales de la Universidad Central, comenta que “en el segmento de maquinaria pesada, se ha observado la incorporación de sistemas inteligentes en equipos como camiones autónomos, excavadoras, perforadoras y cargadores. Estos equipos utilizan sensores y algoritmos avanzados para optimizar rutas, ajustar parámetros operativos en tiempo real y operar de forma autónoma o semiautónoma, lo que incrementa la eficiencia y reduce el riesgo de errores humanos”.

Asimismo, Carmona explica que “en las plantas de be-

neficio y procesamiento, la IA se emplea para mejorar la separación y clasificación de minerales, gestionando de manera óptima los flujos de material mediante el análisis de datos en tiempo real. La tecnología también se ha integrado en plataformas de monitoreo y control centralizado, que permiten una visión holística de la operación, y en dispositivos como drones y vehículos no tripulados, que facilitan el levantamiento de

optimizar procesos y reducir los tiempos de inactividad. La seguridad mejora al contar con sistemas predictivos que identifican riesgos antes de que ocurran y permiten una supervisión continua de las condiciones operativas. Además, la sostenibilidad se ve favorecida gracias a un uso más eficiente de los recursos, lo que reduce el impacto ambiental. La toma de decisiones informadas es otro beneficio clave, ya que



*Equipo minero asistido de forma autónoma.*

## Equipos con inteligencia artificial integrada:

# El futuro de la innovación tecnológica es ahora

información geoespacial y topográfica en zonas de difícil acceso”.

### Beneficios y oportunidades

La adopción de la IA en la minería presenta beneficios que superan con creces los métodos tradicionales. Así lo dejan entre ver los entrevistados. Álvaro Falcón detalla que “en primer lugar, la eficiencia operativa se incrementa al

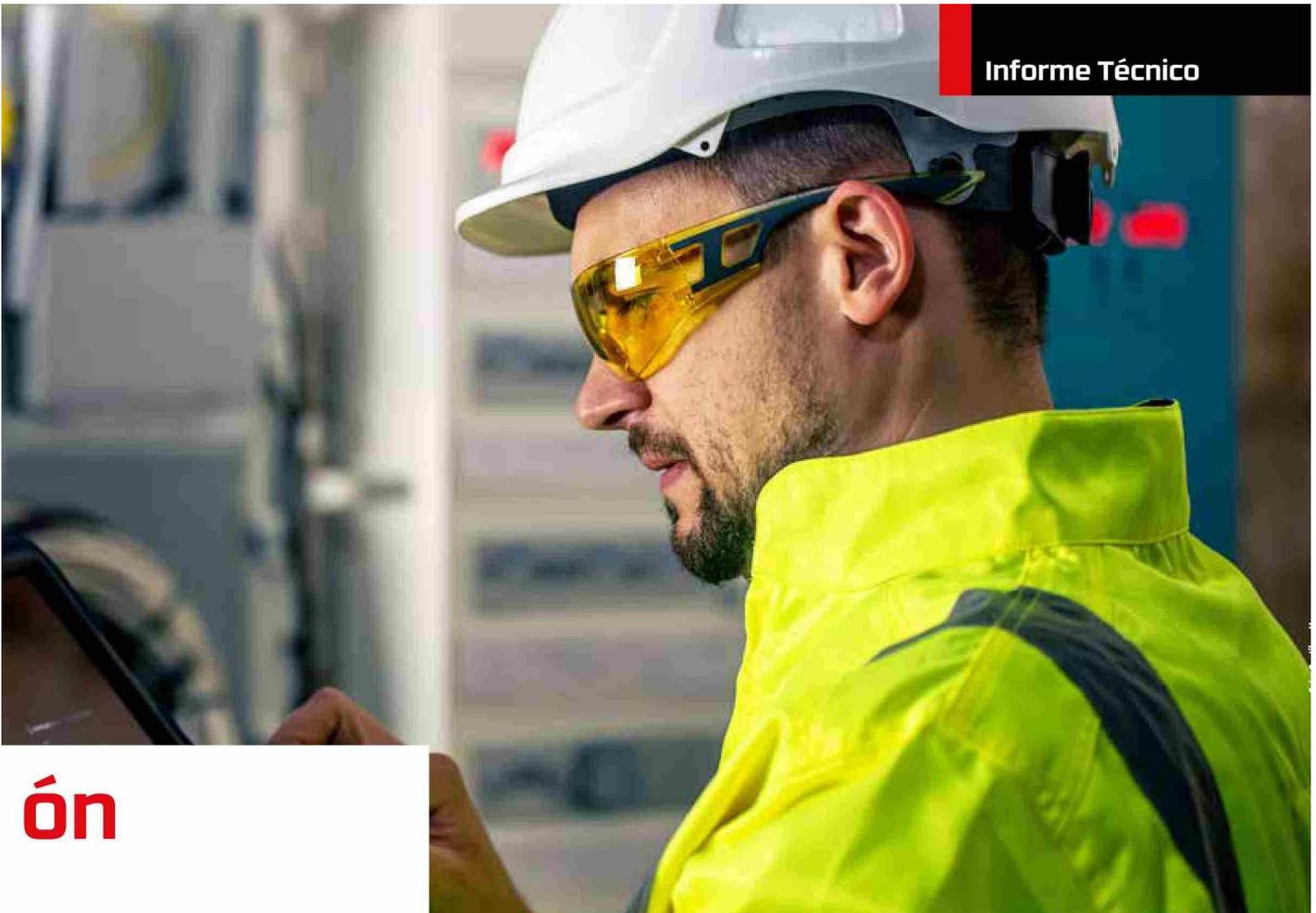
la IA analiza grandes volúmenes de datos en tiempo real, permitiendo decisiones precisas. Por último, los costos se reducen gracias a la automatización de procesos y al mantenimiento predictivo, lo que disminuye los costos laborales y operativos”.

En ese contexto, Pablo Bolomey, gerente de Tecnología y Comunicaciones de ACT Mining, sostiene que “en la Minería 5.0, la IA permite

entrenar modelos con el conocimiento acumulado de expertos, asegurando que el aprendizaje y la experiencia se mantengan dentro de los sistemas computacionales. Esto mejora la toma de decisiones y permite a nuevas generaciones operar con información de mayor calidad”.

Además, el profesional menciona que “la IA permite optimizar costos, reducir tiempos de operación y mejorar la se-

**El desarrollo** de sistemas automatizados y analíticos en las maquinarias **está cambiando la manera de operar en los yacimientos**, elevando los estándares de productividad y reduciendo los riesgos en las personas.



# ón

guridad en faena. La minería ha enfrentado históricamente los mismos problemas durante décadas, y la IA ofrece una forma efectiva de abordarlos con datos y análisis predictivo". Del mismo modo, Carmona resalta que "la flexibilidad y adaptabilidad que ofrece la IA abren nuevas oportunidades para innovar en la optimización de procesos. Los sistemas basados en IA pueden ajustar parámetros operativos de manera dinámica en respuesta a cambios en las condiciones ambientales o de producción, lo que permite a la industria responder de forma ágil ante imprevistos". El profesional agrega a lo an-



terior que "la capacidad de monitorizar de forma continua indicadores ambientales permite a las empresas mineras adoptar prácticas más sostenibles, alineándose con las normativas y las expectativas de responsabilidad social y ambiental".

### **Eficiencia operativa y sostenibilidad**

Cabe destacar que en térmi-

nos de eficiencia operativa, hay una variedad de formas en que se utiliza la IA en la minería, desde maquinaria autónoma hasta predicción de la ley y optimización del procesamiento de los minerales. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, Loutjie Coetzee-Technology Manager Innovation and Development en Draslovka Mining Process Solutions, precisa que "la IA

*De Izq. a Der.:  
 Pablo Bolomey, gerente de Tecnología y Comunicaciones de ACT Mining.*

*Carlos Carmona, académico de la Escuela de Minería y Recursos Naturales de la Universidad Central.*

*Álvaro Falcón, CEO Swaper.*

*Loutjie Coetzee-Technology Manager Innovation and Development de Draslovka Mining Process Solutions.*

## Informe Técnico

es un aliado invaluable que potencia las operaciones mineras a través de la toma de decisiones respaldada por datos”.

El académico afirma además que “gracias a la integración de sensores y dispositivos IoT, es posible monitorizar en tiempo real variables como consumo de energía, uso de agua y emisiones contaminantes. Esta capacidad de análisis continuo no solo ayuda a optimizar el uso de recursos, sino que también permite detectar y corregir desviaciones que puedan impactar negativamente el entorno, contribuyendo al cumplimiento de normativas ambientales y a la reducción de la huella ecológica de las operaciones mineras”.

En relación a materia medioambiental, Bolomey puntualiza que “la IA ofrece una oportunidad única para optimizar el uso de recursos y reducir la huella ambiental de la minería. La minería 5.0 nos permite analizar multivariantes en tiempo real, optimizando el uso de agua, energía y la reducción de emisiones”.

En materia de eficiencia operativa, Falcón enfatiza que “la IA aplicada en minería optimiza la planificación y programación de las operaciones mineras mediante el análisis de grandes volúmenes de datos (Machine learning - ML). Esto, desde luego permite un uso más eficiente de los recursos, por ejemplo, minimizando los tiempos de inactividad de equipos y

maximiza la extracción de minerales. Por otra parte, estamos viendo cada vez más automatización, vía robotización y sistemas remotos, con mejoras en la seguridad y en distintos procesos de la mina y planta”.

### La IA en datos

Según exponen los profesionales, el correcto monitoreo y extracción de múltiples tipos de datos que puedan alimentar los sistemas de IA son un punto esencial y básico para poder implementar este tipo de tecnologías más sofisticadas.

De acuerdo a lo anterior, Falcón dice que “en Chile las empresas mineras junto con proveedores de la in-



Foto: Genfiliza Caribé Carmona

esta información en los modelos de IA”.

Así también, el ejecutivo releva que “los datos de operación ofrecen información sobre el rendimiento de los equipos, el consumo de recursos y las condiciones ambientales, lo que ayuda a

La minería del futuro inteligente con base a la IA integrada.

**Álvaro Falcón:** “La sostenibilidad se ve favorecida **gracias a un uso más eficiente de los recursos**, lo que reduce el impacto ambiental”.

dustria han venido haciendo constantes esfuerzos por mejorar redes, incorporar mayor cantidad de sensores y sistemas de ETL (Extract (Extraer), Transform (Transformar), Load (Cargar) para poder cargar

optimizar los procesos. Además, los datos de producción brindan información sobre la extracción y el procesamiento de minerales, lo que permite ajustar los procesos y mejorar los resultados. **mch**

Control de equipos con IA integrada.



Foto: Genfiliza Schneider Electric