

## Informe Técnico

**C**on el acelerado avance de las tecnologías y la adopción de prácticas idóneas de los diversos proveedores y actores, la automatización y la interoperabilidad de los procesos mineros genera múltiples beneficios que impactan la productividad.

En ese sentido, Ari Nudman, gerente de I+D de Tega, enfatiza que “la automatización de los procesos mineros ha revolucionado la industria, permitiendo mejorar tanto la eficiencia como la seguridad. Desde las iniciativas de gran escala (como la autonomía en los CAEX o la operación remota de perforadoras) hasta las de menor magnitud (como el uso de drones o sensores a distancia para monitorear las condiciones de operación), se han logrado ventajas clave en términos de eficiencia operacional”.

Agrega que la compañía actualmente “está desarrollando sensores de desgaste en revestimiento de molinos que entregan un beneficio en la optimización del mantenimiento predictivo y reducción de costos operacionales”.

Del mismo modo, Miguel Herrera, director de la carrera de Ingeniería Civil en Minería de la Universidad Adolfo Ibáñez, postula que “este enfoque no solo reduce costos y optimiza la productividad, sino que también mejora la seguridad y fomenta la transferencia eficiente de información entre diferentes áreas de una compañía minera, eliminando silos

de trabajo. Además, la automatización permite capturar y preservar el conocimiento institucional antes del retiro de los expertos, cerrando brechas de habilidades y acelerando la integración de nuevos trabajadores”.

Continuando con lo planteado, el académico afirma que “al digitalizar formularios y flujos de trabajo, las empresas mineras logran una recolección de datos en tiempo real, con mayor precisión y una toma de decisiones más informada. La automatización no solo

las de control a distancia, haciendo de esta una labor más amigable, permitiendo incluso que las operadoras tengan un horario más compatible con su entorno familiar, al igual que los hombres. Es decir, hoy en día un operador puede manejar activos mineros desde una oficina cerca de su casa, siendo esta ya una realidad”.

### La interoperabilidad entre equipos y sistemas

Para Luis Sapaj, gerente de CircularHR en Fundación Chi-



Automatización de sus operaciones con Sistema de Control Distribuido en Planta de Oxígeno.

## Automatización e interoperabilidad:

# Impulsando la optimización de la eficiencia operacional

transforma las operaciones, sino que redefine el futuro de la minería en términos de eficiencia, sostenibilidad y resiliencia”. Otro de los beneficios que se logran gracias a la automatización e interoperabilidad es la equidad de género. Emilio Vega, Business Line Manager Automatización en Sandvik, cuenta que “cada día se suman más mujeres a operar los activos mineros desde centros de operaciones, ya sea en el interior de la mina o desde sa-

le, la interoperabilidad entre equipos y sistemas es crucial para la optimización de las operaciones mineras en el contexto de la minería 4.0. Al respecto, el ejecutivo sostiene que “los equipos, sensores y plataformas deben ser capaces de comunicarse entre sí para maximizar la eficiencia operativa. Según el roadmap Digitalización para una minería 4.0, la interoperabilidad facilita la integración de tecnologías como el Internet de las Cosas

(IoT), el Big Data y la inteligencia artificial, lo que permite la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real”.

A su vez, Nudman revela que “la interoperabilidad, así como la integración de procesos automáticos dentro de todo el ciclo minero, nos permite a las compañías proveedoras de la minería cumplir con los estándares que exige la creciente demanda, tanto de mayor productividad como

**La integración** de tecnologías avanzadas ha permitido **mejorar los procesos, garantizar una mayor seguridad y reducir costos** en las operaciones.



Foto: Genflizar Coefliza

# ción y

de sustentabilidad, a la vez que nos asegura la capacidad de garantizar que la seguridad se mantenga como la primera prioridad de nuestro negocio". Desde la mirada de la academia, Herrera puntualiza que "alcanzar el potencial un impacto significativo de la automatización en nuestra minería va a requerir que la tecnología se desarrolle sobre estándares abiertos y sea completamente interoperable. Esto implica que distintos equipos, sistemas y software mineros puedan trabajar de manera conjunta y sin problemas, independientemente del proveedor."



Foto: Genflizar Fundación Chile



Foto: Genflizar Vega



Foto: Genflizar Universidad Adolfo Ibáñez



Foto: Genflizar Sandvik

A eso, añade que "al garantizar que las diversas tecnologías puedan intercambiar datos y funcionar como una unidad integrada, las empresas mineras de nuestro país podrán operar de manera más eficiente, segura y rentable".

### **Empleabilidad y bienestar de los trabajadores**

Cabe destacar que, según el

Informe sobre el Futuro del Trabajo 2023 del Foro Económico Mundial, la automatización y digitalización están generando nuevas oportunidades laborales, especialmente en áreas de tecnología avanzada, como análisis de datos, la inteligencia artificial y la ciberseguridad.

En ese contexto, Sapaj precisa que "la automatización en la minería no necesaria-

De Izq. a Der.:  
 Luis Sapaj – gerente CircularHR de Fundación Chile.  
 Ari Nudman, gerente de I+D de Tega.  
 Miguel Herrera, director Ingeniería Civil en Minería de la Universidad Adolfo Ibáñez.  
 Emilio Vega, Business Line Manager Automation de Sandvik.

mente implica la eliminación de empleos, sino una transformación en las habilidades requeridas y un cambio hacia trabajos más especializados". Asimismo, Nudman expone que "un miedo latente que persiste en ciertos sectores, incluso en la minería, es que la automatización podría impactar negativamente las actuales fuentes de trabajo, lo cual se evidencia en estudios realizados por consultoras como PwC, EY e instituciones internacionales como la OIT".

Sin embargo, la profesional de Tega expresa que "la experiencia mundial ha mostrado que la automatización de las operaciones mineras ha abierto un sinnúmero de oportunidades para instar a los trabajadores a colaborar con un mayor nivel de calidad y eficiencia. Se ha observado que la tecnologización en la minería y sus proveedores ha cambiado para bien la forma en que trabajamos, permitiendo pasar de tareas rutinarias y mecánicas, a otras que requieren del pensamiento crítico, la reflexión y la generación de nuevas ideas,

es decir, atributos eminentemente humanos, que ni la tecnología ni la inteligencia artificial son capaces de replicar".

### **Optimización y eficiencia operacional**

Ante los retos que presenta la industria, la automatización ha permitido una mejor planificación de las operaciones al integrar sistemas que gestionan todo, desde la perforación hasta el transporte del mineral.

Ante ello, Sapaj explica que "la automatización está transformando la minería en un sector más eficiente, seguro y sostenible. La clave para una transición exitosa será la integración de nuevas tecnologías con la capacitación de los trabajadores, garantizando que los beneficios de la automatización se maximicen sin comprometer el bienestar de la fuerza laboral".

A la vez, Vega asegura que "la automatización y digitalización están transformando la forma en que se hacen las cosas, o el trabajo propiamente tal, en la minería



Foto: Camiluz Fundación Chile

subterránea, desplazando las labores manuales no solo operacionales, sino también las de análisis, toma de decisiones y definición de planes de producción, todo basado en datos entregados en tiempo real por los mismos sistemas autónomos. Estos permiten acortar los tiempos de respuesta, tanto en la toma de decisiones como en la ejecución de las tareas definidas, y todo esto, además, se hace desde una oficina frente a un computador, sin necesidad de estar en la mina subterránea, manteniendo al personal clave fuera del riesgo o con acceso remoto desde las oficinas centrales de la unidad minera". **mch**

Interop, iniciativa de Fundación Chile, busca habilitar y acelerar el proceso de digitalización de la industria minera.

Centro Integrado de Operaciones Mina Codelco División El Teniente.



Foto: Camiluz Fundación Chile