

Hacia una minería integrada:

# Tecnología y capital humano en el centro de la transformación

Visiones de distintas veredas del sector convergen en una misma orientación.

**F**ormación de capital humano y cultura organizacional, son los términos que se repiten -en las vocerías consideradas- cuando se analiza cómo optimizar -de la forma más idónea- la implementación de tecnología avanzada en las operaciones mineras. Los entrevistados de este reportaje, direccionan que una minería integrada se logra cuando se da sinergia entre las herramientas disponibles y la mano de obra especializada.

### Visiones del sector

“Hemos observado que la adopción de tecnologías -como la inteligencia artificial, la automatización y el análisis avanzado de datos- requiere de profesionales y técnicos con competencias específicas en minería 4.0. No basta con disponer de tecnología de punta; es fundamental que los trabajadores en faena cuenten con las capacidades necesarias para su correcta implementación, es por ello, que los procesos de adopción de nuevas tecnologías debe considerar procesos de acompañamiento y capacitación que permitan de manera efectiva la optimización de los procesos productivos”, reflexiona Alejandra Molina, gerente general de Minnovex. Agrega que “es importante recalcar que las tecnologías por sí solas no transforman la minería; ya que son los operadores mineros quienes, con las herramientas adecuadas

implementan las tecnologías innovadoras”.

Para David Alaluf, vicepresidente de Aprimin “el gran desafío que tenemos como país es cómo resolvemos los gaps que tenemos entre los requerimientos de las distintas industrias y la formación que le estamos dando a nuestros profesionales tanto desde la academia como en el interior de las compañías”.

En ese sentido, añade que “tener mano de obra especializada en nuevas tecnologías nos garantiza estabilidad, crecimiento y proyección del ecosistema minero, lo que nos convierte inmediatamente en una plaza atractiva para invertir y buscar la innovación (...) Este es un desafío conjunto: Academia, Industria, Estado. Es imposible el cumplimiento de los objetivos del país sino trabajamos en conjunto”.

Al mismo tiempo, Alaluf enfatiza que “la gran preocupación es cómo hacemos más allá de la transformación tecnológica, la transformación cultural de nuestro ecosistema”. En este escenario, quien también se incorpora al reportaje, es Natalia Morales, gerente del Consejo de Competencias Mineras, Alianza CCM-Eleva, profundizando que, “el proceso de adopción tecnológica en la minería chilena ha seguido una tendencia global: primero, las empresas buscan talento dentro de sus propias organizaciones (scouting) y luego, salen al mercado para atraer profesionales con habilidades específicas. Este en-

foque ha demostrado que la automatización y digitalización no significan una eliminación masiva de empleos, sino una transformación hacia nuevas formas de trabajo”.

“Por lo tanto, el impacto de la tecnología en la mano de obra será transformacional”, asegura Cecilia Meléndez, gerenta de Impulsa 4.0, ahondando en que, “las nuevas tecnologías crearán empleo en la minería 4.0, sin ir más lejos, se han priorizado 28 perfiles estratégicos con una demanda estimada de 2.500 nuevos trabajadores en los próximos 10 años, distribuidos en áreas como mantenimiento, operación, conectividad, instructores de nuevas tecnologías y talentos digitales y verdes. En este ámbito, la reconversión laboral será clave: Se estima que al menos 100 perfiles actuales en minería requerirán una transformación en sectores como cobre, litio y nitratos. Dado que el 44% de las habilidades necesarias para el trabajo cambiarán, las empresas están invirtiendo en la actualización y formación de su personal a través de estrategias de upskilling y reskilling”.

Además, la profesional afirma que “se ha generado un mayor énfasis en habilidades transversales, valorando cada vez más habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la resiliencia, el aprendizaje activo y la capacidad de adaptación a entornos tecnológicos dinámicos”.

*Visualizador Integral de Actividades en Terreno (VIAT), Chuquicamata Subterránea-*



Foto: Centro Nacional de Filadelfia

Visibilizando más percepciones respecto del tema, nos encontramos con la de Juan Rayo, presidente de Voces Mineras, quien expone que “la minería chilena

es tecnológicamente muy conservadora, nadie quiere ser el pionero, sino que el primer segundo, que otro tome los riesgos de ser pionero. Pero el mundo avanza

muy rápido y las exigencias de producción son cada vez mayores, puesto que las empresas deben evaluar con qué tecnología o proveedor “casarse”.

A la vez, Rayo analiza que “Chile tiene muchas deficiencias que un minero integrado podría resolver, por ejemplo: nuestras fundiciones tienen los costos más altos del mundo, nuestras plantas de molibdeno en general tienen resultados mediocres, no somos un país polimetálico porque los operadores quieren focalizarse sólo en los productos principales, los consumos unitarios de agua en Chile son muy altos y muy caros, etc”.



**minería**  
**al día**  
NEWSLETTER DE MINERÍA CHILENA

La más amplia cobertura  
de noticias  
**de la industria minera**  
cada mañana

Inscripción gratuita en:  
**>> [www.mch.cl/newsletter](http://www.mch.cl/newsletter) <<**

**B | 2 | B**  
MEDIA GROUP





Foto: Genitiza Minnovex



Foto: Genitiza Aprimin



Foto: Genitiza CCM-Eleva



Foto: Genitiza CCM-Eleva



Foto: Centro Nacional de Pilotaje



Foto: Genitiza Voces Mineras

## Tecnologías para una minería integrada

Ahora, volviendo al centro, cuando se habla de minería integrada, la vocera de Minnovex destaca que “entre las tecnologías clave para una minería integrada se encuentran las plataformas digitales de análisis y gestión de datos, que utilizan inteligencia artificial y machine learning para facilitar la toma de decisiones en tiempo real dentro de las operaciones mineras”.

“Otra innovación destacada es el uso de gemelos digitales, una tecnología que permite crear réplicas virtuales de equipos o procesos mineros, simulando su comportamiento en tiempo real. Estas simulaciones permiten realizar ensayos predictivos para reducir riesgos, optimizar recursos y mejorar el desempeño operativo, estableciendo un nuevo estándar de eficiencia y seguridad en la industria al disminuir las tasas de error”, agrega la profesional.

Asimismo, precisa que “muchas de estas réplicas digitales son gestionadas desde el Centro Integrado de Operaciones (CIO), que funciona como el “cerebro” de las operaciones mineras, permitiendo

monitorear en tiempo real la producción, la seguridad, la automatización de procesos y las mediciones ambientales. Este nivel de integración no solo optimiza el desempeño productivo, sino que también fortalece la capacidad de respuesta ante posibles contingencias, elevando los estándares de seguridad de las personas y del cuidado del medioambiente y las comunidades aledañas a las faenas mineras”.

A lo anterior, y sumergido en el mundo de pruebas tecnológicas, Andrés González,

gerente general del Centro Nacional de Pilotaje (CNP), asevera que “hemos identificado que gran parte de las tecnologías que llegan a pilotaje están enfocadas en la optimización de procesos individuales, más que en la

De Izq. a Der.:  
Alejandra Molina,  
gerente general de Minnovex.

David Alaluf,  
vicepresidente de Aprimin

Natalia Morales,  
gerente del Consejo  
de Competencias Mineras,  
Alianza CCM-Eleva

Vladimir Glasinovic,  
director CCM-Eleva

Andrés González,  
gerente general del Centro  
Nacional de Pilotaje

Juan Rayo,  
presidente de Voces Mineras

**Vicepresidente de Aprimin:** “Nuestros profesionales, deben estar dispuestos a innovar y probar nuevas formas de hacer las cosas”

gerente general del Centro Nacional de Pilotaje (CNP), complementa que “uno de los principales desafíos para lograr una minería integrada es la interconexión efectiva de las tecnologías que sustentan la minería inteligente, como el Internet de las Cosas (IoT), big data, automatización, inteligencia artificial y digitalización de procesos. Tecnologías como sensores avanzados, sistemas de con-

integración total de operaciones. Para lograr una minería verdaderamente integrada, es esencial que diferentes plataformas tecnológicas puedan comunicarse entre sí”.

## Identificando desafíos

Frente a la visión que comparten los representantes del sector, se identifican cuáles son los desafíos entonces. “La incorporación de nuevas tecnologías en la mine-



Visitas técnicas al Centro Integrado Operativo (CIO), la Planta Concentradora y la Fundación de Potrerillos, Rajo Inca.

ría plantea un desafío clave: contar con colaboradores especializados capaces de aprovechar al máximo estas innovaciones. En este sentido, el capital humano es un factor crítico en la transformación del sector, dice con ahínco, la gerente general de Minnovex. Por su parte, Vladimir Glasi-  
novic, director CCM-Eleva se refiere a el “desafío en torno

la educación media técnica profesional (TP) y, también en la educación superior Técnico Profesional”.

### Lograr una minería integrada

Como conclusión, el director CCM-Eleva, “para lograr una conexión efectiva entre las distintas áreas de una operación minera, es clave fortalecer la formación en habilidades digitales, promover la interoperabilidad entre sistemas y fomentar una cultura organizacional basada en la colaboración para avanzar en los desafíos de la minería 4.0”. Añade que “el éxito de la integración dependerá de la sinergia entre tecnología, formación y cultura organizacional.

La vocera de Minnovex, con-  
cuerda precisamente con la

mineros. La sinergia entre la IA y la capacidad analítica humana permite maximizar la gestión operativa y avanzar hacia una minería más integrada”.

La ejecutiva con dichas declaraciones reafirma que, “para consolidar este modelo, es necesario conectar tres elementos esenciales: la tecnología, el modelo operativo y la cultura organizacional”.

En base a lo anterior, el vicepresidente de Aprimin, sostiene que “nuestros profesionales, deben estar dispuestos a innovar y probar nuevas formas de hacer las cosas; trabajar en equipo bajo liderazgos colaborativos, cada vez más enfocados en los procesos, más que en las funciones (...) “Las tecnologías seguirán apareciendo y con esto practicas exitosas actuales, quedarán obsoletas o derechamente ya no serán necesarias, por lo que los equipos humanos deben enfocar sus talentos en adaptarse a los nuevos contextos y a aprender a aprender”.

A ello, se suma Juan Rayo, concluyendo que, “una minería integrada, de varias empresas de gran tamaño, puede lograr más fácilmente que Chile logre superar la meta de superar los 6 millones de toneladas de cobre, que ha sido una barrera imposible de superar desde hace más de 10 años, y también, que la minería chilena pueda lograr revertir las crisis de pérdida de productividad que nos obliga la legislación minera”. **mch**

**Gerenta del CCM:** “La automatización y digitalización no significan **una eliminación masiva de empleos**, sino una transformación hacia nuevas formas de trabajo”.



Tren transporte cátodos, Chuquicamata.

a la brecha entre demanda y oferta de talento puede mantenerse dado que se han anunciado recientemente sobre 50 proyectos, con una inversión estimada que superará los 83 mil millones de dólares (...) la atracción de las y los jóvenes hacia la industria minera, implica una transformación cultural entorno a la minería (...) Otro desafío relacionado con el anterior, tiene relación con aumentar la matrícula en especialidades vinculadas a la minería en

idea recién mencionada, puntualizando que “para lograr una minería verdaderamente integrada, es fundamental avanzar en la digitalización de toda la cadena de valor minera. La inteligencia artificial (IA) está jugando un papel clave en este proceso, ya que permite detectar patrones complejos y analizar grandes volúmenes de datos. Sin embargo, su verdadero valor se potencia cuando se combina con la experiencia y el conocimiento de los profesionales