

# DF

DIARIO FINANCIERO®

SANTIAGO DE CHILE /  
LUNES 10 DE AGOSTO DE 2026

df.cl



EDICIÓN  
ESPECIAL

¿Cómo  
será el  
minero de  
la próxima  
década?

PÁGS. 2 Y 3

La competencia  
por retener el  
talento minero  
en una región  
más dinámica

PÁGS. 8 Y 9

El cambio  
climático  
tensiona la  
infraestructura  
minera

PÁG. 17

# DÍA DEL MINERO Y LA MINERA





**E**l minero del futuro probablemente pasará menos tiempo dentro de un camión o de la mina misma, para pasar más horas al frente de un *videowall*, supervisando equipos autónomos, monitoreando información en tiempo real o utilizando inteligencia artificial para anticipar fallas. Una transformación que va más allá del uso de nuevas tecnologías y que cambia las habilidades y conocimientos de los trabajadores que llegarán a la industria.

La automatización, la operación remota y la inteligencia artificial están modificando el perfil de los trabajadores que demandará la minería. Expertos indican que no solo deberán tener conocimiento sobre estas nuevas herramientas, sino que también tendrán que desarrollar las competencias y el liderazgo para incorporarlas.

“Durante muchos años, el valor de un operador estuvo asociado a ejecutar correctamente una tarea; en el futuro, su principal aporte estará en supervisar procesos cada vez más automatizados, interpretar información en tiempo real y tomar decisiones cuando la operación se aparte de las condiciones esperadas”, explica el ingeniero civil en minas, Felipe Cancino, quien también es académico de la Universidad de Atacama.

Esto implica que el trabajador deberá comprender cómo interac-

túan la geología, la planificación, el mantenimiento, la seguridad y el procesamiento como parte de un mismo sistema, indica Cancino, y acota que el pensamiento crítico, la interpretación de datos, la gestión del riesgo y la capacidad de adaptación serán tan importantes como los conocimientos técnicos.

Coincide la gerenta del Consejo de Competencias Mineras (CCM),

# ¿CÓMO SERÁ EL MINERO DE LA PRÓXIMA DÉCADA?

**La automatización, la IA y la operación remota están redefiniendo el trabajo y las capacidades que exigirá la industria. Analistas delinear las características de los nuevos perfiles, en un entorno que requerirá cerca de 37 mil nuevos trabajadores en los próximos años. POR FRANCISCA ORELLANA**



## PUBLIRREPORTAJE

### MINERÍA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL:

# El retorno no depende solo de la tecnología, sino del rediseño de la operación

Por: Jaime Rebolledo, Director Mining Services NTT DATA Chile.

La Inteligencia Artificial ya comenzó a mostrar resultados concretos en negocios intensivos en capital y operación. Las organizaciones líderes en IA tienen 2,5 veces más probabilidades de crecer sobre 10% en ingresos y 3,6 veces más de operar con márgenes superiores a 15%<sup>1</sup>.

En minería, ese potencial también existe, pero su captura aún dista de ser plena. Aunque hoy existen herramientas cada vez más sofisticadas, muchas compañías siguen enfrentando dificultades para traducir esa capacidad tecnológica en productividad, eficiencia y mejores decisiones operacionales.

El punto de fondo es que el valor de la IA no se juega solo en el algoritmo. Se juega, sobre todo, en la capacidad de la organización para adaptar su modelo operativo a una nueva lógica de trabajo. En la práctica, muchas soluciones tecnológicas aterrizan sobre procesos, indicadores y estructuras diseñadas para un

escenario anterior. Y es ahí donde aparece la principal fricción.

Uno de los nudos más evidentes está en la relación entre las recomendaciones que entrega un sistema inteligente y los incentivos con los que hoy operan los equipos. Si una decisión sugerida por la tecnología contradice los KPI que miden el desempeño local, su adopción se vuelve cuesta arriba. Más que resistencia al cambio, lo que suele existir es una incompatibilidad operacional que termina debilitando el retorno esperado.

A ello se suma un segundo factor estructural: la calidad y gobernanza del dato. En una industria donde conviven múltiples sistemas, sensores y capas tecnológicas, contar con información confiable, integrada y con responsables claros deja de ser deseable y pasa a ser una condición habilitante. Sin esa base, la IA difícilmente escala con impacto real.



**“Uno de los nudos más evidentes está en la relación entre las recomendaciones que entrega un sistema inteligente y los incentivos con los que hoy operan los equipos”**

El avance hacia operaciones más autónomas exige una mirada más amplia que la simple incorporación de herramientas. Supone diseño, gobernanza y una convergencia efectiva entre negocio, operación y tecnología. La autonomía no ocurre espontáneamente: requiere traducir prioridades estratégicas como seguridad, continuidad, productividad y cuidado de activos en sistemas capaces de actuar con ese contexto.

La oportunidad para la minería ya no está solo en sumar tecnología, sino en gobernar mejor sus decisiones. En una industria exigida por productividad, seguridad y sostenibilidad, la IA puede convertirse en una ventaja competitiva real, siempre que venga acompañada por un rediseño operativo capaz de transformar su promesa en decisiones inteligentes con resultados medibles.

<sup>1</sup> <https://cl.nttdata.com/landings/2026-global-ai-report-playbook>







Paula Arenas, quien sostiene que el trabajador de la próxima década deberá desenvolverse en entornos donde “la automatización, la inteligencia artificial, la analítica de datos y la operación remota tendrán un rol cada vez más relevante”. Afirma que se deberá combinar una sólida base técnica con competencias digitales y habilidades transversales como la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y el aprendizaje continuo.

Sobre la base del estudio Fuerza Laboral de la Gran Minería Chilena

laboral”, destaca Arenas.

El presidente de la Cámara Minera de Chile, Manuel Viera, destaca que el nuevo minero se transformará en un operador tecnológico: “Su jornada combinará la supervisión remota desde centros de control con intervenciones especializadas en faena”. Sin embargo, advierte que esto no reemplaza el conocimiento del proceso minero. “La geología, la metalurgia y la seguridad seguirán siendo la base. El futuro minero tendrá manos de técnico, cabeza de analista y mentalidad de aprendiz

sostiene que la capacitación también deberá evolucionar: “En una minería impulsada por la inteligencia artificial, el aprendizaje dejará de ser una etapa previa al trabajo para convertirse en parte del trabajo mismo”.

Viera coincide y señala que la capacitación debe pasar de un enfoque reactivo a uno predictivo: “Esto implica alianzas público-privadas entre empresas, academia y proveedores tecnológicos para cocrear nuevas carreras y certificaciones cortas en tecnologías 4.0 aplicadas a minería”.

Arenas destaca que herramientas

**“La geología, la metalurgia y la seguridad seguirán siendo la base. El futuro minero tendrá manos de técnico, cabeza de analista y mentalidad de aprendiz permanente”, dice el presidente de la Cámara Minera de Chile, Manuel Viera.**

2025-2034, de la Alianza CCM-Eleva, Arenas dice que la industria requerirá cerca de 37 mil nuevos trabajadores en la próxima década, con una demanda cada vez más orientada a perfiles tecnológicos.

“Más que hablar de un minero digital, hablamos de un talento capaz de integrar conocimientos técnicos con competencias transversales, entendiendo que la tecnología potencia el trabajo de las personas y exige una actualización permanente a lo largo de toda la trayectoria

permanente”, subraya.

#### Desafíos

Pese a que la minería avanza en el uso de nuevas tecnologías, los analistas indican que las competencias de los trabajadores aún no evolucionan al mismo ritmo que la transformación tecnológica.

“La velocidad con que evoluciona la transformación digital es mayor que la velocidad con que evolucionan las competencias de las personas”, advierte Cancino. Por eso

como el Marco de Cualificaciones para la Minería, que actualmente reúne 217 perfiles ocupacionales, junto con el Sello de Calidad CCM, buscan actualizar la formación y alinearla con las necesidades reales del sector.

A su juicio, “la transformación tecnológica no reduce la importancia de las personas; por el contrario, eleva el valor del talento y hace del aprendizaje continuo un requisito para mantener la empleabilidad y la competitividad del sector”.

FOTO GENERADA CON IA

Hoy saludamos a quienes impulsan al país desde lo más profundo. Personas que se levantan cada día con una sola idea: hacerlo bien. A ustedes, mineros y mineras de Chile, gracias por su entrega. Finning Cat está con ustedes.

**Nada mueve más toneladas que el orgullo de trabajar en la minería**



# CONOCIMIENTO MINERO: EL ACTIVO QUE PUEDE DEFINIR EL FUTURO DE LA MINERÍA CHILENA

La automatización y la inteligencia artificial están transformando la industria, pero especialistas coinciden en que la principal ventaja competitiva de la minería seguirá estando en el conocimiento acumulado por generaciones de trabajadores.

La minería atraviesa una transformación profunda impulsada por la digitalización, la automatización y la incorporación de nuevas tecnologías que están redefiniendo la forma de operar las faenas. Sin embargo, junto con este avance emerge un desafío igualmente estratégico: evitar que el conocimiento construido

durante décadas por generaciones de trabajadores se pierda con el recambio generacional.

El director de la Cámara Minera de Chile, Carlos Delgado, explica que gran parte del conocimiento que sostiene la productividad de la industria no está en los manuales ni en los sistemas, sino en la experiencia acumulada tras enfrentar miles

de situaciones reales en terreno. "Una estrategia efectiva debe combinar gestión del conocimiento, digitalización y desarrollo de personas, identificando el conocimiento crítico. Para ello hay que elaborar un mapa de conocimiento crítico para identificar qué saberes son esenciales y quiénes los poseen", explica.

TRANSPORTES  
**BELLO**  
OPERADOR LOGÍSTICO

TODA LA OPERACIÓN LOGÍSTICA MINERA.



Activación de  
órdenes de Compra

Almacenamiento

Transporte

Entrega



**Ejecutamos la operación, no la subcontratamos.**



800 210 203

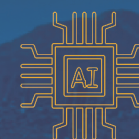


info@transportesbello.com

## Operación Certificada



- + de 1200 Equipos especializados que garantizan la continuidad operativa



- Incorporación de tecnología avanzada para una adecuada trazabilidad de cada OC.



- 120.000 m<sup>2</sup> de bodegaje
- Sucursales en todas las regiones mineras





Según Delgado, preservar ese conocimiento impactaría directamente en la seguridad, la productividad, la eficiencia operacional, la transformación digital, la continuidad del negocio y la preparación de las nuevas generaciones de trabajadores.

Esta mirada la comparte el gerente de estudios de la Sonami,

Reinaldo Salazar, quien sostiene que la transformación digital, la automatización y el análisis de datos deben potenciar la experiencia de las personas y no reemplazarla. "El conocimiento acumulado por generaciones de trabajadores constituye un activo estratégico para la minería y seguirá siendo fundamental para la toma de decisiones, la seguridad, la continuidad operacional y la realización de nuevos proyectos de inversión", afirma.

Para el ejecutivo, avanzar en ese objetivo requiere fortalecer la transferencia de experiencia mediante programas de mentoría, formación continua y certificación de competencias, articulando el trabajo entre empresas, universidades y centros de formación.

En la misma línea, el director del Programa Eleva de Fundación Chile y de la Alianza CCM-Eleva, Vladimir Glasinovic, señala que la automatización y la digitalización están redefiniendo los perfiles laborales que demanda la industria. Tecnologías como los camiones autónomos y los centros integrados de operaciones exigen mayores competencias digitales y una preparación distinta para desenvolverse en entornos altamente automatizados. "Trabajar en entornos autónomos requiere del desarrollo de una conciencia situacional que antes no estaba considerada en la formación de talento", manifiesta.

FOTO GENERADA CON IA

### Integrar talento humano y digital

Pensando en la minería del futuro, para la académica del Departamento de Ingeniería en Minas de la Universidad de Atacama, Leticia Campos, la principal ventaja competitiva de la industria no estará en reemplazar el conocimiento humano por nuevas tecnologías, sino en integrar la experiencia acumulada durante décadas con herramientas como la inteligencia artificial, la analítica de datos y la automatización. A su juicio, el verdadero potencial de estas tecnologías depende de incorporar el aprendizaje construido por quienes conocen las

operaciones desde el terreno: "Tener el litio, el cobre y otros recursos estratégicos no basta si no somos capaces de exportar también el conocimiento de cómo extraerlos y gestionarlos bien; ese know-how acumulado en generaciones de trabajadores e ingenieros es, en sí mismo, un activo exportable".

Una visión similar comparte Víctor Pérez, académico de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez, quien sostiene que el desafío no es reemplazar a las personas, sino capturar el conocimiento tácito de décadas y transformarlo en datos estructurados, implementar gemelos digitales y modelos de inteligencia artificial validados por expertos, manteniendo siempre al ser humano en el centro de las decisiones críticas.

"Nadie tiene más horas acumuladas de minería compleja que Chile, y eso abre la oportunidad de consolidar un ecosistema de proveedores mineros altamente tecnologizados que empaquete ese conocimiento en productos y servicios exportables, como hizo Australia con su sector METS. La ventaja competitiva del futuro está en exportar conocimiento, además de minerales. Esa cadena de proveedores intensiva en conocimiento diversifica la matriz exportadora y convierte la experiencia de nuestra gente en un activo estratégico permanente", concluye.

# MÁS DE 300 EMPRESAS

PROVEEDORAS CHILENAS ESTÁN IMPULSANDO UNA MINERÍA MÁS VERDE CON LA ADOPCIÓN DE IA, SEGÚN COCHILCO.

## DETRÁS DE CADA OPERACIÓN MINERA, HAY MILES DE KILÓMETROS DE COMPROMISO.

**MITTA**  
Leasing Operativo & Rent a Car

Movemos personas, equipos y operaciones para que la minería nunca se detenga.



# "LA PRODUCTIVIDAD NO SE COMPRA, SE FORMA"

Aunque el cobre mantiene precios históricamente altos y la demanda internacional continúa creciendo, la producción chilena ha mostrado señales de retroceso: de hecho, durante el primer trimestre de 2026, Chile produjo cerca de 1,23 millones de toneladas de cobre fino, registrando una caída de 6% respecto del mismo período de 2025.

"Lo que hace especialmente relevante esa cifra es el contexto en que ocurre: estamos produciendo menos en un momento de precios históricamente altos, con proyecciones que sitúan al cobre en torno a US\$ 5,55 la libra durante 2026. El problema, por lo tanto, no está en la demanda, está en nuestra capacidad de responder a ella", analiza la presidenta de Fundación Minera de Chile, María Lucila Alarcón.

En este escenario, cree que la prioridad es clara: el país debe avanzar simultáneamente en mayor

**María Lucila Alarcón, presidenta de Fundación Minera de Chile, advierte que el principal desafío del sector no pasa solo por atraer inversiones o incorporar nuevas tecnologías, sino por desarrollar el talento que permita sostener una minería más productiva, innovadora y competitiva.**

certeza regulatoria, permisos más eficientes, inversión en infraestructura y una gestión que incorpore innovación. Sin embargo, advierte que esos esfuerzos no serán suficientes si no existen personas preparadas para enfrentar una industria cada vez más sofisticada.

"La productividad no se compra, se forma. No se recupera solamente con nuevos proyectos o mayor capital, sino formando el talento

capaz de sostenerlos. Por eso, el desarrollo del capital humano debe ocupar un lugar central en cualquier estrategia minera de largo plazo", sostiene.

Alarcón enfatiza que la transformación tecnológica no reemplaza el rol de las personas, sino que lo vuelve aún más estratégico: "La tecnología, por sí sola, no aumenta la productividad. Son las personas quienes le entregan sentido, la inte-

gran a los procesos y la convierten en mejores decisiones".

Este desafío cobra aún más relevancia considerando la rápida automatización de las operaciones y la creciente demanda por nuevos perfiles laborales. Según Alarcón, la minería requerirá especialistas en automatización, análisis de datos, inteligencia artificial, mantenimiento predictivo y operación de sistemas autónomos, además de competen-

cias como liderazgo, adaptación al cambio y aprendizaje continuo.

"El desafío, por tanto, no es futuro: debemos comenzar a abordarlo hoy", puntualiza, e insiste en que fortalecer el capital humano será determinante para que el país pueda aprovechar la creciente demanda mundial por minerales críticos y consolidar una minería más productiva, sostenible y capaz de impulsar el desarrollo de Chile.



## PUBLIRREPORTAJE

CAB SYSTEMS

# La calidad del aire en las cabinas: un factor clave para una minería más segura y productiva

La protección de los operadores se ha convertido en un eje estratégico para la industria. Nuevas soluciones tecnológicas permiten fortalecer el bienestar de las personas, reducir riesgos y contribuir a la continuidad operacional.

En un escenario donde la industria avanza hacia estándares cada vez más exigentes en materia de seguridad y salud ocupacional, controlar el ingreso de polvo respirable y otros contaminantes se ha convertido en una prioridad. La exposición prolongada a partículas como sílice, tridimita, cristobalita y polvo en suspensión representa uno de los principales desafíos para las operaciones mineras, impulsando la incorporación de tecnologías que permitan generar ambientes de trabajo más seguros.

Con más de dos décadas de experiencia, la empresa chilena Cab Systems ha concentrado su desarrollo precisamente en ese ámbito. Desde Antofagasta, la compañía diseña e implementa soluciones integrales para cabinas de maquinaria de alto tonelaje y otros espacios confinados, integrando climatización, hermeticidad, presurización y filtración de aire HEPA para reducir la exposición de los operadores a contaminantes presentes en las faenas.

Su propuesta considera la instalación, mantenimiento y restauración de cabinas, además de sistemas de aire acondicionado, control de contaminantes y refrigeración para equipos de



alto desempeño. El objetivo es que las cabinas mantengan condiciones de presión positiva y aire filtrado, contribuyendo tanto al bienestar de las personas como a la protección de componentes electrónicos y al aumento de la disponibilidad de los equipos.

La empresa trabaja bajo certificaciones ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 y SICEP, y ha participado en proyectos junto a importantes compañías de la gran minería, aportando soluciones alineadas con estándares internacionales de calidad del aire en cabinas y con las crecientes exigencias de la industria en materia de prevención de enfermedades profesionales.

Porque detrás de cada equipo de alto tonelaje

existe un operador cuya salud es tan importante como la continuidad del proceso productivo. Y es precisamente en ese espacio —la cabina— donde comienza una minería más segura.

<https://www.cabsystems.cl>

### Demostración real en Exponor 2026

Tras su participación en Exponor 2026, Cab Systems podrá ampliar su cartera de clientes, reforzando su presencia en la gran minería. En el evento exhibió una cabina equipada con su tecnología de presurización y filtración HEPA, demostrando in situ el funcionamiento del sistema.

### Tecnología avanza en Minera Escondida

Uno de los hitos recientes de Cab Systems fue su participación en un Círculo de Calidad de Minera Escondida I BHP, instancia en la que presentó una propuesta para implementar el primer bulldozer de la compañía equipado con su sistema de presurización y filtración de aire para cabinas. La iniciativa se enmarca en el propósito de la empresa de erradicar la silicosis. "Este círculo de calidad busca implementar una tecnología nueva y como nuestros resultados fueron exitosos, después de un año Minera Escondida I BHP aprobó que se habilitara en toda la flota de equipos auxiliares y CAEX. A la fecha, tenemos avances del 75% en flota de bulldozer", informa Jorge Garvizo Yáñez, CEO de Cab Systems.





En el **Mes del Minero**, reconocemos el compromiso de quienes trabajan en una de las industrias más exigentes del mundo.

En **Johnson Controls** ayudamos a **proteger a quienes hacen posible cada operación**, desarrollando soluciones que fortalecen la seguridad de la infraestructura crítica y la continuidad operacional en entornos mineros.



Conozca más

# PORQUE **VOLVER A CASA** TAMBIÉN ES PARTE DEL TRABAJO

Comprometidos con una minería más segura, eficiente y sostenible



Síguenos en nuestras redes como Johnson Controls América Latina



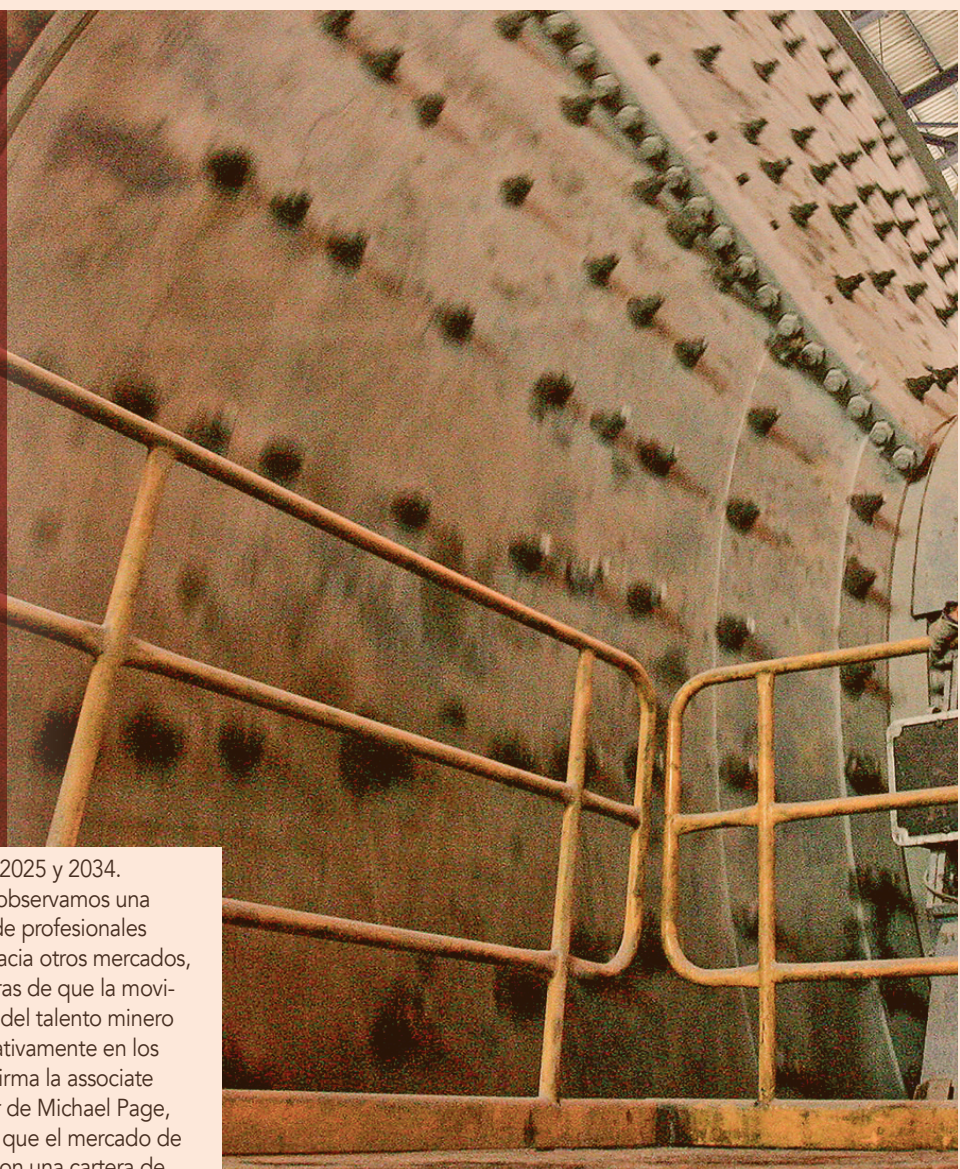
# LA COMPETENCIA POR RETENER EL TALENTO MINERO EN UNA REGIÓN MÁS DINÁMICA

La experiencia de los trabajadores mineros chilenos se ha convertido en un activo demandado fuera del país. El avance de proyectos en la región está configurando un mercado laboral regional más dinámico, justo cuando Chile debe ejecutar inversiones superiores a los US\$ 104 mil millones para la década y renovar su fuerza laboral. Un escenario en que, según CCM-Eleva, la gran minería requerirá 36.895 nuevos

**Las contundentes carteras de inversiones de países vecinos amenaza con una futura fuga de talento que, de no prevenir adecuadamente, podría afectar productividad y costos.** POR ANAÍS PERSSON

trabajadores entre 2025 y 2034.

"Si bien aún no observamos una migración masiva de profesionales mineros chilenos hacia otros mercados, existen señales claras de que la movilidad internacional del talento minero aumentará significativamente en los próximos años", afirma la associate executive manager de Michael Page, Pilar Cruz. Destaca que el mercado de Argentina cuenta con una cartera de



## Queensland Celebra el Mes de la Minería en Chile

**El principal recurso de la minería son sus trabajadores**

Trade and Investment Queensland, reconoce el valor de la Minería en Chile, como motor de desarrollo económico y social. Conectamos la innovación de Queensland a través de las METS, minería, equipos, tecnología y servicios tecnológicos.

En el mes de la Minería en Chile, celebramos la fuerza, resiliencia y compromiso de quienes construyen el futuro desde la minería.



**TIO** TRADE +  
INVESTMENT  
QUEENSLAND





inversiones superior a los US\$ 60 mil millones, mientras Perú registra proyectos cercanos a los US\$ 65 mil millones.

Cuando esos mercados alcancen una mayor madurez, asegura, los perfiles con mayor riesgo de ser captados por mercados internacionales serán precisamente aquellos que hoy presentan una oferta más limitada, como especialistas en dirección e ingeniería de proyectos, construcción, puesta en marcha y mantenimiento, y de áreas como relaves, gestión hídrica, desalación y sostenibilidad. "Se trata de profesionales que combinan una sólida base técnica con experiencia práctica en proyectos de gran envergadura y alta complejidad", añade.

#### Dentro de las fronteras

El desafío de la retención de talento también tiene exigencias dentro de Chile. El presidente del Comité Laboral de Aprimin y vicepresidente de personas y sostenibilidad de Molycop Chile, Félix Contreras, explica que las empresas proveedoras disputan trabajadores con la gran minería y, en automatización, control de procesos y datos, también con los sectores energético, industrial y tecnológico. "Lo escaso no es el título, es la experiencia. Un mantenedor con 15 años en

planta conoce el comportamiento de un equipo de una manera que no está escrita en ningún procedimiento", sostiene.

Cruz añade que a esa pérdida de conocimiento se suma un factor estructural: una parte importante de los profesionales con mayor trayectoria se encuentra próxima a la jubilación. "Esto implica que la industria deberá enfrentar simultáneamente el recambio generacional y una potencial competencia regional por el mismo talento", indica.

"Sin equipos calificados disponibles a tiempo, los cronogramas de inversión se retrasan y aumentan los costos", advierte el vicepresidente de la Cámara Minera de Chile, Walter Muñoz. La pérdida de experiencia también afectaría la produc-

tividad y la continuidad operacional.

#### Cómo prevenirlo

"Para conservar el atractivo laboral de Chile, el sector debe avanzar en forma simultánea en formación, cultura organizacional y propuesta de valor", señala Muñoz, y plantea que alinear la formación con las necesidades de la industria y adaptar la propuesta laboral a las expectativas de las nuevas generaciones, que buscan flexibilidad, desarrollo profesional, tecnología y propósito, son temas clave. "La minería cumple un rol central en la transición energética y eso es un atributo que debemos comunicar mejor para atraer a jóvenes y a más mujeres", afirma.

Desde la perspectiva de los trabajadores, las remuneraciones son solo uno de los factores que inciden en la permanencia.

El presidente de la Federación Minera de Chile y vocero de la Coordinadora de

**"Para conservar el atractivo laboral de Chile, el sector debe avanzar en forma simultánea en formación, cultura organizacional y propuesta de valor", señala Walter Muñoz, de la Cámara Minera de Chile.**

Trabajadores de la Minería, Marco García Barraza, menciona también las oportunidades de crecimiento, los sistemas de turnos, el tiempo disponible para la familia y las condiciones de seguridad y estadía.

En la misma línea, Cruz plantea que la retención exige una propuesta integral. "Si bien las remuneraciones continuarán siendo un factor relevante, la competitividad del país dependerá cada vez más de la estabilidad y el horizonte de los proyectos, la calidad del liderazgo, las oportunidades de movilidad, el diseño de los turnos, los beneficios, la claridad sobre el futuro de la operación y la conciliación entre el trabajo y la vida personal", sostiene.

## PUBLIRREPORTAJE



# High Voltage: ingeniería de precisión para asegurar la continuidad operacional de activos críticos de la minería

Con 10 años de trayectoria, la empresa combina diagnóstico especializado, mantenimiento preventivo e instrumentación de última generación para anticipar fallas y reducir las detenciones no programadas en sistemas eléctricos de potencia.

Hoy presta servicios a más de 20 clientes de la minería, energía e infraestructura.



La continuidad operacional depende, en gran medida, de la confiabilidad de los sistemas eléctricos. Una falla en transformadores, interruptores o sistemas de protección puede detener procesos críticos, afectar la seguridad de los trabajadores y generar importantes pérdidas para la compañía. Por ello, la industria avanza hacia estrategias preventivas y predictivas que permitan detectar anomalías antes de que se transformen en fallas.

Con diez años de trayectoria, High Voltage se ha especializado exclusivamente en ingeniería, diagnóstico y mantenimiento de sistemas eléctricos de potencia para la gran minería. Hoy presta servicios a más de una veintena de clientes, entre ellos empresas líderes como Minera El Abra, Sierra Gorda SCM, Minera Centinela, Minera Quebrada Blanca, Minera Mantos Blanco y Mantos Verde, Engie, Acciona, Besalco y Bechtel, que exigen altos estándares de seguridad, precisión técnica y confiabilidad operacional.

Su propuesta considera equipos especializados en transformadores, interruptores, sistemas de protección y líneas de transmisión, abordando de manera integral los componentes críticos de la infraestructura eléctrica. A ello suma un laboratorio y taller en Calama para la reparación de transformadores, modernización de subestaciones y otras intervenciones especializadas, permitiendo responder oportunamente a los requerimientos de la industria.

Oscar Vera, representante legal de High Voltage, explica que la evolución de la empresa ha ido en línea con los requerimientos de la industria: "Nos hemos especializado en el mantenimiento eléctrico de potencia en alta, media y baja tensión,

adecuando nuestros servicios a las necesidades de nuestros mandantes. También realizamos reparación de cables mineros, estudios de protecciones eléctricas otras soluciones orientadas a fortalecer la confiabilidad de las instalaciones".

La propuesta de la empresa nacional combina ingeniería especializada, instrumentación certificada de última generación y mantenimiento basado en el estado real de los activos para detectar anomalías antes de que se conviertan en fallas y minimizar las detenciones no programadas, contribuyendo a la continuidad de procesos críticos.

"La importancia de realizar un buen mantenimiento preventivo es anticiparse a una falla, evitar equipos detenidos y reducir los costos por detenciones no programadas, protegiendo tanto a las personas como a las instalaciones", destaca.

Junto con la tecnología, la empresa ha conformado un equipo humano especializado, con capacitación permanente e instrumentación certificada para intervenir equipos críticos bajo estrictos estándares de seguridad y calidad.

"La confianza es la base de una buena relación contractual. Nos diferenciamos por ser un apoyo constante, entregando asesorías en terreno frente a una falla o daño en las instalaciones, aportando conocimiento y proponiendo mejoras que han permitido reducir notoriamente los costos asociados a las detenciones por fallas", concluye Oscar Vera.

#### Contacto:

**Oscar Vera Avendaño**

**+56989698568**

**1 oriente 2534, Calama**

**www.hvlimitada.cl**



# EL ROL DEL LIDERAZGO POSITIVO PARA FORTALECER EL COMPROMISO DE LOS EQUIPOS

La forma en que se lideran los equipos influye en variables que van más allá del clima laboral. Así lo plantea Claudio Ibáñez, psicólogo, director ejecutivo del Instituto Chileno de Psicología Positiva e integrante del equipo de rescate de los 33 mineros tras el derrumbe de la Mina San José en el año 2010. Desde su experiencia, el bienestar de los trabajadores tiene implicancias tanto en la productividad como en la seguridad de la industria.

El experto en psicología positiva explica que este enfoque “es la ciencia que estudia el bienestar, sus componentes y las estrategias y herramientas para lograrlo”. En ese marco, destaca el modelo PERMA, uno de los más respaldados e influyentes en este ámbito, cuyo nombre corresponde a las iniciales en inglés de las cinco dimensiones del bienestar que propone: emociones positivas, involucramiento, relaciones,

**El psicólogo Claudio Ibáñez plantea que, además de los indicadores operacionales, las compañías del sector deben profundizar el vínculo de los trabajadores con el quehacer diario. A su juicio, el propósito y el reconocimiento son elementos centrales en este camino.** POR ANDREA CAMPILAY

propósito y logro.

Bajo la mirada de Ibáñez, dos de esos componentes representan oportunidades para las organizaciones: el *engagement*, entendido como el vínculo emocional positivo con el trabajo, y el propósito. “Hay oportunidades para que las empresas gestionen eso. ¿Y cómo se logra? A través del liderazgo positivo”, señala el especialista.

Aclara que el liderazgo positivo “no es andar golpeándole la espalda



a los trabajadores”, y precisa que este enfoque implica que quienes dirigen personas sean capaces de escuchar, reconocer fortalezas, generar espacios de participación y comunicar con claridad qué se espera de cada integrante del equipo. Bajo su mirada, este tipo de conducción permite que las personas no solo cumplan sus funciones, sino que también puedan aportar lo mejor de sí mismas a la organización.

En una industria como la minería, acostumbrada a medir producción, eficiencia y accidentabilidad, el psicólogo plantea que los indicadores deben conectarse con un sentido que movilice a las personas. “Lo que dice la psicología positiva no es que hay que dejar de lado los números, sino que hay que conectar los números a un propósito, a un sentido, a un significado”, asegura, mientras resalta que cuando los trabajadores comprenden cómo su labor contribuye a su familia, a la organización o al país “las personas hacen mucho mejor su trabajo, se desgastan menos y se accidentan menos”.

En ese contexto, el especialista también plantea que los reconocimientos, habituales en esta industria, no deben limitarse a instancias formales, pues “no se trata de los premios anuales ni semestrales, sino de que estos elementos impregnen la gestión del líder en cada interacción y en cada momento de la jornada de trabajo”, concluye.

En alianza con Codelco, SQM Litio ahora es



# NOVANDINO



SOMOS LITIO, SOMOS FUTURO

Seguiremos impulsando la energía que mueve al mundo.

Conoce más en [novandino.com](https://novandino.com)



PUBLIRREPORTAJE

INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

# Chemonics apuesta por Chile para impulsar tecnologías críticas en la minería andina

Entrevista a Jamey Butcher, CEO de Chemonics International. El futuro de la minería depende de infraestructuras tecnológicas integradas, donde la convergencia OT/IT permite operaciones más inteligentes, resilientes y preparadas para los desafíos del mañana.

¿Qué factores llevaron a Chemonics a elegir Chile como base para su expansión en la región andina?

“La creciente demanda mundial de minerales estratégicos, impulsada por la transición energética, la digitalización y la electrificación, está redefiniendo el rol de los países mineros. Chile y la región andina albergan operaciones mineras de clase mundial y algunos de los recursos minerales más importantes del planeta, lo que convierte a Chile en una plataforma natural para desarrollar e implementar tecnologías avanzadas que apoyen el crecimiento sostenido del sector minero”.

¿Qué desafíos y oportunidades identifica Chemonics en la digitalización de la minería en Chile y América Latina, y qué papel pueden desempeñar tecnologías como la inteligencia artificial y la convergencia OT/IT?

“Las empresas mineras enfrentan una presión cada vez mayor para mejorar la productividad, optimizar costos, fortalecer la seguridad y ope-

rar en entornos más complejos. Alcanzar estos objetivos requiere una base tecnológica capaz de integrar de manera fluida la tecnología operacional (OT) y la tecnología de la información (IT). La convergencia OT/IT crea la infraestructura necesaria para habilitar la automatización avanzada, la toma de decisiones basada en datos, la inteligencia artificial y la visibilidad operacional en tiempo real, ayudando a las compañías a construir operaciones más resilientes, eficientes y preparadas para el futuro”.

¿Cómo se traduce la experiencia de Chemonics en la implementación de proyectos tecnológicos de gran escala en una propuesta de valor para la minería y qué capacidades ofrece a las empresas del sector?

“Chemonics ha implementado programas de tecnología y transformación digital en más de 105 países, entregando soluciones en entornos complejos donde la confiabilidad, la integración y la capacidad de ejecución son fundamentales. En



Jamey Butcher, director ejecutivo de Chemonics International.

Chile, junto con Acanto, llevamos esa experiencia al sector minero mediante soluciones que abarcan desde arquitectura OT/IT y conectividad industrial hasta despliegue de infraestructura, operación y soporte durante todo el ciclo de vida de los sistemas.

Chemonics no solo implementa tecnología. Nuestras soluciones integrales de extremo a extremo ayudan a las compañías mineras a

convertir las inversiones tecnológicas en resultados de negocio, mejorando la productividad, la resiliencia operacional, la seguridad y la eficiencia en el uso de recursos, al tiempo que las preparan para los desafíos de una industria cada vez más competitiva”.

¿Cómo visualiza Chemonics la minería del futuro y qué papel espera desempeñar en la transformación tecnológica de la industria en Chile y América Latina?

“La minería del futuro se construirá sobre infraestructuras tecnológicas integradas capaces de conectar datos, personas, activos y procesos en tiempo real. Tecnologías como la inteligencia artificial en el borde (Edge AI), la analítica avanzada y la automatización inteligente fortalecerán la continuidad operacional y permitirán tomar decisiones más rápidas y mejor informadas. Nuestro papel es contribuir a acelerar esa transformación, convirtiéndonos en un socio tecnológico de confianza para el ecosistema minero de Chile y América Latina, apoyando a operaciones mineras de gran y mediana escala, campamentos, instalaciones industriales y corredores logísticos para que operen de manera confiable allí donde más importa.



## TECNOLOGÍA CRÍTICA PARA OPERACIONES MINERAS

Infraestructura digital diseñada para aumentar la eficiencia operacional mediante conectividad robusta, procesamiento en borde, resiliencia y ciberseguridad OT.

### Infraestructura integrada bajo una sola capa operacional

Soluciones costo eficientes para conectividad, infraestructura de borde, ciberseguridad OT, monitoreo y servicios administrados 24x7.



**Conectividad Minera Crítica**  
LTE/5G privado, redes industriales cableadas e inalámbricas y transporte óptico.



**Edge Computing**  
Micro Data Centers industriales incluso preparados para IA.



**Resiliencia Operacional**  
Redundancia, fail-over satelital y monitoreo continuo.



**Ciberseguridad OT**  
Observabilidad y protección para redes y sistemas industriales.

Más disponibilidad.  
Más productividad.  
Más eficiencia.

Conectividad, Edge Computing, resiliencia y ciberseguridad OT para operaciones mineras de alta disponibilidad.

Transforma tus desafíos en oportunidades digitales.





La imagen de una mujer trabajando en una faena minera hace tiempo dejó de ser una rareza. La industria ha avanzado significativamente en este ámbito y, según el Monitoreo de Indicadores de Género del primer semestre de este año, desarrollado por CCM-Eleva, su presencia se triplicó en la gran minería, pasando de 7,7% en 2014 a 24,1% hasta mayo de 2026. Sin embargo, el avance plantea un nuevo desafío: generar condiciones para que esa mayor participación se proyecte a lo largo de toda la trayectoria laboral.

El reporte indica que entre los trabajadores de 18 a 29 años, las mujeres pasaron de representar apenas 9,6% en 2014 a 47,6% en 2024, prácticamente alcanzando la paridad. En cambio, entre los trabajadores de 55 años o más, la participación femenina llegaba al 8,6% en 2014, mientras que en 2024 el indicador fue de 8,2%.

“Los avances alcanzados todavía no se expresan de la misma manera en todas las etapas de la carrera laboral”, señala la gerenta del Consejo de Competencias Mineras, Paula Arenas, destacando que al analizar la distribución por edad se observa una mayor presencia relativa de mujeres en los grupos más jóvenes y una participación menor en aquellos de mayor edad y trayectoria.

Pese a su relevancia para la economía y a ofrecer condiciones atractivas de compensación, factores como la ubicación de las operaciones lejos

# EL DESAFÍO DE RETENER A LAS MUJERES EN LA MINERÍA A MEDIDA QUE AVANZA SU TRAYECTORIA

**Aunque la industria chilena ha avanzado significativamente en la inclusión de talento femenino, todavía tiene pendiente la tarea de asegurar su permanencia y desarrollo. Seguir vinculadas al ecosistema, pero con mayor flexibilidad y acceso a posiciones de liderazgo aparecen entre las motivaciones para tomar nuevas oportunidades.** POR ANDREA CAMPILLAY



**CMP**  
UNA EMPRESA DEL GRUPO CAP

## Un reconocimiento que nos inspira a seguir construyendo futuro

Recibimos con orgullo el premio "San Lorenzo", otorgado por la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI), que distingue nuestra histórica presencia y contribución a la minería en la Región de Atacama, especialmente, en la provincia de Huasco.



Desde el corazón de nuestros procesos creamos una minería diferente, para el desarrollo sostenible del territorio y su gente.





de los principales centros urbanos o la necesidad de desempeñarse en terreno pueden influir en el interés por permanecer en el sector, explica el director asociado de Robert Half Chile, Caio Arnaes, quien precisa que las prioridades y objetivos de cada profesional dependen, en gran medida, de la etapa de carrera en la que se encuentran.

“El desafío hoy no es solo atraer talento, sino también generar las

condiciones para que las personas quieran desarrollar toda su carrera en la industria”, asegura el vicepresidente de minería en Finning Sudamérica, Juan Enrique Toso. Detalla que uno de los factores que incide en la decisión de ellas para cambiar de rol tiene relación con las oportunidades de crecimiento profesional y acceso a posiciones de liderazgo. “Son profesionales altamente demandadas, con trayectorias consolidadas y compe-

# 8,2%

DE LOS TRABAJADORES DE 55 AÑOS O MÁS EN EMPRESAS MINERAS ERAN MUJERES EN 2024, FRENTE AL 47,6% REGISTRADO ENTRE TRABAJADORES DE 18 A 29 AÑOS, SEGÚN CCM-ELEVA.

# 13,6%

ES LA TASA DE ROTACIÓN DE MUJERES EN LA GRAN MINERÍA. LA DE LOS HOMBRES ES 9,2%.

tencias muy valoradas, por lo que naturalmente buscan organizaciones donde puedan seguir creciendo y expandiendo su impacto”, dice Toso, y añade que avanzar en infraestructura plenamente inclusiva y en mayor conciliación entre la vida laboral y personal, son desafíos que también inciden y deben seguir siendo abordados.

Bajo la mirada del director de la Cámara Minera de Chile, José Luis

González, el sector requiere experiencia acumulada, conocimiento técnico y liderazgo operacional, lo que se construye en décadas de trabajo. Por ello, sostiene que “cuando una profesional con una trayectoria consolidada decide abandonar la industria o encuentra barreras para seguir creciendo, el sector pierde talento estratégico, experiencia ganada y diversidad en la toma de decisiones”.

Para garantizar la permanencia y el desarrollo, González plantea que se debe consolidar una cultura organizacional basada en el mérito, la inclusión y el respeto, donde las oportunidades de promoción sean transparentes, equitativas y por competencias, no por cuotas. También menciona la necesidad de fortalecer modelos de liderazgo que valoren la diversidad y seguir modernizando las condiciones laborales, promoviendo mayor flexibilidad cuando las funciones lo permitan, generando entornos de trabajo que respondan a las distintas etapas de la vida de las personas.

Para la directora de la línea de capital humano y transformación de Vantaz Group, Angélica Mascaró, el desafío de la inclusión femenina persiste en los contratistas, proveedores, pequeña y mediana minería. Uno de los factores que puede estar influyendo en este fenómeno, dice, es la percepción de las mujeres de sus posibilidades reales de desarrollo de carrera. “Ya estando dentro, se entra a

competir con hombres profesionales que tendrán más experiencia para un cargo de mayor responsabilidad”, afirma Mascaró, razón por la cual ellas podrían estar percibiendo que llegan a un límite de desarrollo. También apunta que sería interesante contar con datos de pérdida de talento según el tipo de rol que desempeñan pues, “los cargos de operadoras tienen una carrera más corta, sin embargo, conservar los beneficios asociados podría ser un factor de retención”, ejemplifica.

#### Contribuir desde otro rol

La vicepresidenta de Minnovex, COO y cofundadora de Safetymind, Gloria Aburto, cuenta que muchas profesionales con una trayectoria consolidada están viendo en las empresas proveedoras de innovación una oportunidad para seguir aportando al sector, pero con más flexibilidad y oportunidades de desarrollo. “Conocen los desafíos de productividad, seguridad y sostenibilidad desde la experiencia, y eso les permite aportar al desarrollo de soluciones tecnológicas que responden a necesidades reales de la industria”, destaca. Añade que este tipo de empresas suelen tener estructuras menos jerárquicas y ofrecen mayores oportunidades para liderar proyectos. Además, al trabajar con diversos actores -incluso en otros países- ofrecen a las profesionales oportunidades atractivas para ampliar su experiencia.

## PUBLIRREPORTAJE

# La continuidad operacional comienza mucho antes de una falla

**Mientras la minería avanza en automatización e inteligencia artificial, la estrategia de mantenimiento sigue siendo decisiva para la confiabilidad, la seguridad y la competitividad de las operaciones.**

Cuando se habla de la minería del futuro, se suele pensar en inteligencia artificial, automatización y centros integrados de operaciones remotas. Si bien estas tecnologías son indiscutibles catalizadores de eficiencia y sostenibilidad, corren el riesgo de convertirse en meras capas de software si se descuida la base sobre la que funcionan, es por ello que es imperioso mantener operativos los activos físicos críticos que sostienen dichos procesos.

En ese sentido, la continuidad operacional no depende únicamente de incorporar nuevas tecnologías. También depende de anticiparse al desgaste, planificar las intervenciones y ejecutar el mantenimiento adecuado (predictivo y preventivo) antes de que una desviación se transforme en una falla.

“Los espesadores son un buen ejemplo”, menciona el gerente general de Ingenalse,

Juan Campos, junto con enfatizar que “pocos equipos reflejan tan claramente la relación entre productividad y sostenibilidad”. Lo cierto es que el desempeño de los espesadores influye directamente en la recuperación de agua, la concentración de pulpas y la estabilidad de una planta concentradora.

Al respecto el ejecutivo señala que “una estrategia de mantenimiento basada en inspecciones, control dimensional para condiciones futuras, nivelación y reparación oportuna, permite asegurar la operación del equipo, reducir esfuerzos sobre su estructura y disminuir el riesgo de detenciones no programadas. Así, el mantenimiento deja de ser un costo de conservación para transformarse en una decisión estratégica que resguarda el margen operacional y los compromisos ambientales”.



Trabajos de mantenimiento de Ingenalse en el espesador de minera Los Bronces.

Cabe destacar que en la alta montaña, las bajas temperaturas, la nieve y las limitadas ventanas de intervención exigen planificación rigurosa y altos estándares de seguridad. En estos escenarios, que son comunes en las faenas mineras, la experiencia en terreno es clave para mantener la continuidad operacional.

Y en un contexto donde la minería chilena busca fortalecer su competitividad, el gerente general de Ingenalse, considera que “el mantenimiento debe entenderse como una

inversión en confiabilidad”. También opina que “innovar no solo es incorporar nuevas tecnologías, sino combinarlas con el conocimiento práctico para gestionar mejor los activos y prolongar su vida útil de forma segura”.

Finalmente, en el Mes de la Minería, expresa que “reconocer a quienes diseñan, operan y mantienen los equipos es reconocer una fortaleza de la minería chilena: transformar experiencia técnica y planificación, en operaciones más seguras, eficientes y confiables”.





# "CHILE TIENE LA OPORTUNIDAD DE SER UN REFERENTE PARA LA REGIÓN"

A nivel continental y país, la industria de la minería atraviesa un escenario de oportunidades sin precedentes. Gracias a la transición energética y al creciente valor estratégico tanto del cobre como del litio, la región se ha consolidado como un centro neurálgico para la inversión global. En este contexto, fortalecer la institucionalidad, agilizar los procesos regulatorios y promover una industria sostenible emergen como los principales retos para el sector.

Así lo puntualiza el recién nombrado secretario general adjunto de la Alianza Minera de América Latina para Chile, Edgar Blanco, quien sostiene que el principal termómetro para medir el panorama actual de la industria en el continente es la inversión: según un estudio de PwC, casi US\$ 250 mil millones confirman que las empresas ven a la región como un polo fundamental

**Para el nuevo secretario general adjunto de la Alianza Minera de América Latina para Chile, Edgar Blanco, las reservas de minerales claves para la transición energética que tiene Latinoamérica convierten al continente en un actor esencial para el desarrollo mundial.**

de consolidación y crecimiento.

"Latinoamérica concentra reservas estratégicas de cobre, litio y otros minerales claves para la transición energética global, lo que nos posiciona como un actor central en el desarrollo mundial en este ámbito. Sin embargo, las realidades de cada país son distintas y el desafío común apunta a generar las condiciones para que estos proyectos se materialicen y que sus beneficios lleguen de manera efectiva a las comunidades", subraya.



## Sólido ecosistema

El exsubsecretario de Minería explica que, además de contar con los yacimientos, los principales factores que han contribuido a impulsar este panorama son el tener un ecosistema minero sólido en el territorio, capital humano especializado, proveedores de clase mundial y una academia comprometida con una formación técnica y profesional altamente competente.

"Al mismo tiempo, tenemos desafíos pendientes: agilizar la 'permisología', garantizar el cumplimiento de los compromisos ambientales y proteger los derechos humanos de las comunidades vecinas a las operaciones", advierte.

Blanco destaca que Chile es un país minero desde hace ya más de un siglo y todo indica que continuará siéndolo, y plantea que el panorama para el segundo semestre estará marcado por la concreción de grandes inversiones, junto con el fortalecimiento de los proveedores de la industria y de las personas que se desempeñan en ella.

"Enfrentamos desafíos concretos en materia operacional, ambiental y regulatoria: por ejemplo, tramitación de permisos, leyes a la baja y cumplimiento de nuevos estándares ambientales. El país tiene la oportunidad de ser un referente para la región, compartiendo tanto los aciertos como los aprendizajes de su propio camino", proyecta.

## PUBLIRREPORTAJE



Universidad Católica del Norte

LIDERAZGO Y CIENCIA DE FRONTERA:

## FICG UCN impulsa el capital humano avanzado en el Norte de Chile

La Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas (FICG) de la Universidad Católica del Norte (UCN) se ha consolidado como un referente estratégico en la formación de capital humano avanzado. Forma investigadores del más alto nivel, capaces de generar conocimiento original y desarrollar soluciones innovadoras para los desafíos de la industria y la sociedad, con foco en las condiciones particulares del Norte de Chile.



La gran fortaleza de esta Facultad radica en la **interdisciplinariedad** de sus programas doctorales, que permiten abordar la complejidad de la industria minera con una perspectiva integral: desde la **exploración del mineral** con el Doctorado en Ciencias mención Geología, pasando por la **operación de la mina** en el Doctorado en Minería, hasta la **sostenibilidad ambiental y social** con el Doctorado en Ingeniería Sustentable, la **automatización** mediante el Doctorado en Inteligencia Artificial y los **desafíos logísticos** con el Doctorado en Ingeniería Industrial.

### Excelencia e Innovación en sus Programas

**\* Doctorado en Ciencias mención Geología:** Bajo la tutela del Departamento de Ciencias Geológicas (DCG) y **acreditado por 5 años**, este programa se orienta a la investigación avanzada en procesos geológicos endógenos y exógenos, metalogénesis y el estudio de salares y volcanes. Es fundamental para la fase de



exploración y comprensión del territorio.

**\* Doctorado en Minería:** Responsabilidad del Departamento de Ingeniería Metalúrgica y Minas (DIMM), este programa **recientemente acreditado por 3 años por la CNA** forma científicos expertos en sostenibilidad y optimización de la cadena de valor minero-metalúrgica.

**\* Doctorado en Ingeniería Sustentable:**

Este programa interdisciplinario, liderado por el DIQMA y **acreditado por 3 años**, se enfoca en soluciones sostenibles adaptadas a contextos de extrema aridez, garantizando la viabilidad social y ambiental de los procesos industriales.

**\* Doctorado en Inteligencia Artificial:** Marcando un hito como el **primero en el Norte de Chile**, este postgrado del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación (DISC) se

especializa en sistemas inteligentes y ciencia de datos. Es la pieza clave para la automatización y transformación digital de los clusters regionales.

**\* Doctorado en Ingeniería Industrial:** A cargo del Departamento de Ingeniería Industrial (DII) y acreditado por 3 años, se centra en la optimización de sistemas complejos y modelos de toma de decisiones, abordando los desafíos críticos de la logística industrial.

Con esta oferta de programas, la FICG impulsa la ciencia de frontera y reafirma la contribución de la UCN a la **descentralización del conocimiento**, al **aportar** investigadores formados desde el principal distrito minero del mundo, en un proceso que combina el rigor científico con el saber situado para así transformar los recursos del territorio en bienestar de la comunidad.





# Universidad Católica del Norte

## Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas Universidad Católica del Norte

### Formación de capital humano avanzado



#### PROGRAMAS DE DOCTORADO

Nuestra Facultad forma investigadores del más alto nivel, capaces de generar conocimiento original y desarrollar soluciones innovadoras para los desafíos de la industria y la sociedad, con un enfoque especial en las condiciones particulares del Norte de Chile. Nuestros programas cuentan con expertos nacionales e internacionales de la industria, lo que asegura una formación conectada con los desafíos reales del sector.

##### Doctorado en Ingeniería Sustentable

Formación interdisciplinaria enfocada en soluciones sostenibles para la industria y la sociedad, especialmente adaptadas a contextos de extrema aridez.

Acreditado: 3 años.

Departamento responsable: Departamento de Ingeniería Química y Medio Ambiente.

##### Doctorado en Ingeniería Industrial

Forma investigadores especializados en la optimización de sistemas complejos, la gestión de operaciones y el desarrollo de modelos avanzados para la toma de decisiones estratégicas.

Acreditado: 3 años.

Departamento responsable: Departamento Ingeniería Industrial.

##### Doctorado en Minería

Formación de investigadores capaces de generar conocimiento y desarrollar tecnologías para la industria minera, con énfasis en sostenibilidad y optimización.

Acreditado: 3 años.

Departamento responsable: Departamento Ingeniería Metalúrgica y Minas

##### Doctorado en Ciencias mención Geología

Programa orientado a la investigación avanzada en procesos geológicos endógenos, exógenos y geomicrobiología; incluyendo metalogénesis, tectónica andina, volcanismo, organismos extremófilos de zonas áridas, hidrogeología y salares, contaminación inorgánica, entre otros.

Acreditado: 5 años.

Departamento responsable: Departamento de Ciencias Geológicas

##### Doctorado en Inteligencia Artificial

Forma investigadores especializados en el desarrollo e implementación de sistemas inteligentes, el procesamiento de datos complejos y el aprendizaje automático aplicado a desafíos de la industria.

En proceso de acreditación.

Departamento responsable: Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación



#### MAGÍSTER

Los programas de Magíster combinan rigor científico y aplicación práctica, con foco en los desafíos de la minería, geología, logística, sistemas inteligentes y sustentabilidad en el norte de Chile. La oferta se organiza en dos líneas complementarias: los Magíster en Ciencias, orientados a la investigación avanzada, y los Magíster Profesionales, orientados a la especialización aplicada.

##### MAGÍSTER EN CIENCIAS:

###### Magíster en Ciencias mención Geología

Forma investigadores capaces de generar conocimiento científico original en geología, con líneas de trabajo en metalogénesis y tectónica de márgenes convergentes, procesos geomorfológicos y sedimentarios en ambientes desérticos, y geología aplicada al ordenamiento territorial.

###### Magíster en Ciencias de la Ingeniería Industrial.

Forma investigadores en modelamiento matemático y optimización de sistemas industriales, con líneas de investigación de operaciones y gestión de cadenas de suministro sostenibles orientadas a la generación de conocimiento científico aplicable a la industria.

###### Magíster en Ciencias de la Ingeniería Minera.

Forma investigadores en procesos mineros y metalúrgicos, con líneas de investigación en geomecánica, sustentabilidad minerometalúrgica, modelación y simulación de procesos, y desarrollo de nuevas tecnologías metalúrgicas.

###### Magíster en Ingeniería Informática.

Forma investigadores en el diseño, desarrollo e implementación de sistemas computacionales, con líneas de investigación en sistemas inteligentes, ingeniería de software y arquitecturas de información aplicadas a desafíos regionales.

##### MAGÍSTER PROFESIONAL:

###### Magíster en Geometalurgia.

Integra Geología, Metalurgia y Operaciones Mineras para la caracterización mineralógica y la definición de unidades geometalúrgicas, con foco en optimizar el desempeño de los procesos metalúrgicos desde la etapa de planificación mina-planta.

###### Magíster en Geología Económica mención Exploración Minera.

Especializa en exploración y evaluación de recursos minerales, con foco en metalogénesis, control estructural y tectónico de yacimientos, y estimación de recursos para la toma de decisiones en la cadena de valor minera.

###### Magíster en Ingeniería Industrial.

Desarrolla competencias en optimización de procesos industriales y cadenas de suministro, integrando herramientas de investigación de operaciones, gestión logística y dirección de operaciones y negocios para la toma de decisiones en las organizaciones.

consultas: [postgrado.ficg@ucn.cl](mailto:postgrado.ficg@ucn.cl)



**6 Años Acreditada**  
Desde: Noviembre 2016  
Hasta: Noviembre 2022

• Gestión Institucional  
• Docencia de Pregrado  
• Docencia de Postgrado  
• Investigación  
• Vinculación con el Medio







## ANTICIPARSE A LA EMERGENCIA, EL DESAFÍO DE LAS FAENAS EN ALTURA

**El presidente de la Sociedad Chilena de Medicina del Trabajo, José Ignacio Méndez, explica por qué el entrenamiento y los simulacros son esenciales para enfrentar emergencias en un entorno donde el esfuerzo físico y el estrés elevan la exigencia.**

POR ANDREA CAMPILAY

**E**l reciente rescate de un grupo de trabajadores aislados en una faena de alta montaña producto del sistema frontal volvió a poner el foco en los desafíos que implica trabajar en estos entornos, donde

la preparación es fundamental para enfrentar una eventual emergencia.

“En Chile tenemos una situación geográfica súper particular porque tenemos una distancia muy corta entre el nivel del mar y zonas muy altas”, afirma el presidente de la Sociedad Chilena de Medicina del Trabajo y gerente de salud y emergencias en Anglo American Chile, José Ignacio Méndez. Aunque explica que al ascender se experimentan distintos cambios, como la disminución de oxígeno y un aumento en la radiación solar, considera que el mayor riesgo es la exposición de manera brusca a la gran altitud después de haber estado a baja altura.

A esa condición se suman las exigencias propias de la actividad minera. “No es que vayamos a 4 mil metros a dormir y mirar televisión. Vamos a manejar camiones de alto tonelaje, operar explosivos y vamos a estar trabajando en terreno haciendo fuerza”, ejemplifica Méndez, quien detalla que en un entorno más propenso a los riesgos, el sistema cardiovascular ya se encuentra sobreexigido, por lo que, ante una eventual situación de emergencia o catástrofe, las condiciones de respuesta y rescate pueden ser más complejas.

El especialista destaca que la

industria ha desarrollado capacidades para enfrentar este tipo de escenarios, llevando a que el riesgo de operar en lugares extremos hoy se equilibre con una mayor conciencia por parte de los trabajadores y sistemas de preparación, prevención y respuesta.

Sin embargo, en una emergencia en faena, la salud mental también puede verse afectada, por ejemplo ante la sensación de estar atrapado y vulnerable, lo que añade una carga de estrés al organismo. “Cuando voy a 4 mil metros, lo normal es que mi corazón esté un poco más acelerado y la respiración también. Si a eso le sumamos una tormenta y que estamos aislados, eso puede gatillar una crisis de angustia que en un contexto normal no hubiese ocurrido”, explica.

Por eso Méndez enfatiza que la preparación para situaciones de este tipo debe comenzar antes que ocurra una emergencia real, por ejemplo, a través de simulacros. “Si tengo equipos preparados que sepan transmitir mensajes claros y tengo un sistema de protección (...) obviamente logramos que, ante una situación difícil, el estrés que experimentemos ayude y no anule nuestros actos”, afirma.

A sus ojos, el desafío es que tanto la gran, como la pequeña y mediana minería logren el mismo nivel de preparación.

### PUBLIRREPORTAJE

MADECO BY NEXANS:

## «A 4.500 metros, cada hora de conexión eléctrica es una hora de exposición»

Como socio de soluciones eléctricas que atiende las necesidades de las operaciones / faenas mineras más exigentes a nivel nacional e internacional, Madeco by Nexans ofrece desde cables eléctricos con marcado secuencial metro a metro para optimizar cortes e inventario, así como cables eléctricos libres de halógeno para proteger a los equipos y a las personas, hasta cables conectorizados que permiten realizar conexiones rápidas y protegidas, situando al usuario al centro de su diseño de soluciones. Así, el minero que está en faena puede hacer su trabajo más seguro y eficiente.

El invierno cordillerano no es una contingencia: es una condición estructural de la minería chilena. Cada año, entre junio y septiembre, faenas ubicadas sobre los 3.500 metros operan con caminos intermitentes, temperaturas bajo cero y ventanas de trabajo que se abren y se cierran en cuestión de horas. En ese escenario, la variable crítica no es solamente cuánto se produce, sino cuánto tiempo debe permanecer una persona a la intemperie para que la operación continúe.

#### El tiempo como variable de seguridad

Energizar o reconfigurar un equipo en terreno



Fernando Sandoval Flores, gerente comercial Minería de Madeco by Nexans.

ha significado históricamente horas de trabajo manual sobre conexiones eléctricas: terminaciones, empalmes y ensamblajes ejecutados con guantes, viento y baja visibilidad. Cada una de esas horas es exposición: al frío, a la altura y al riesgo eléctrico.

“Cuando uno diseña un cable para faena de altura, en el fondo está decidiendo cuántas personas y cuánto tiempo van a estar expuestas el peor día del año”, señala Fernando Sandoval Flores, gerente comercial Minería de Madeco by Nexans. “Y esa decisión no se toma durante el temporal. Se toma años antes, en la mesa de diseño”, precisa.



Energizar o reconfigurar un equipo en terreno ha significado históricamente horas de trabajo manual sobre conexiones eléctricas.

#### De horas a minutos

Los sistemas de cables conectorizados responden precisamente a esa lógica. Se ensamblan y se someten a pruebas en planta, bajo condiciones controladas, y llegan a faena listos para acoplarse. Así, la conexión que antes demandaba horas se

resuelve en minutos, con menos personal en terreno y sin intervención sobre el conductor en condiciones adversas.

«El efecto es doble: menos personal en terreno y menos tiempo de exposición en cada intervención.»

A ello se suma la trazabilidad: cada conjunto sale de planta identificado y ensayado, reduciendo las variables que deben resolverse en altura.

#### Una oferta diseñada desde la faena

Detrás de cada faena que sigue operando con seguridad hay decisiones de diseño tomadas años antes. Es el trabajo que no se ve: el que no aparece en el reporte de producción, pero que define si un turno vuelve completo.

Ese criterio atraviesa 82 años en el mercado chileno, integrados a los más de 120 años del Grupo Nexans a nivel global. Todo con cobre chileno transformado en conductores eléctricos, en procesos abastecidos con energía renovable.

«Este 10 de agosto, el saludo de Madeco by Nexans a los mineros y mineras de Chile no es una frase. Es un criterio de diseño», declara Fernando Sandoval Flores, gerente comercial Minería de Madeco by Nexans.

**MADECO**  
by Nexans



# CÓMO EL CAMBIO CLIMÁTICO ESTÁ TENSIONANDO A LA INFRAESTRUCTURA MINERA

El sistema frontal registrado durante julio evidenció que la minería chilena aún enfrenta desafíos para adaptarse a un escenario donde los eventos climáticos extremos serán cada vez más frecuentes. Trabajadores aislados, faenas paralizadas y problemas de conectividad reflejaron la necesidad de fortalecer la resiliencia operacional del sector.

Según un informe de la Coordinadora de Trabajadores de la Minería (CTMIN), las emergencias climáticas afectaron operaciones en las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y Antofagasta. El balance da cuenta de al menos 1.010 trabajadores que quedaron aislados en faenas cordilleranas, la suspensión de al menos tres grandes operaciones y la paralización de más de 600 pequeños productores mineros.

A ello se sumaron cortes de energía, problemas de abastecimiento y comunicaciones, extensiones de turno no compensadas y, en los casos de aislamiento prolongado, afecciones emocionales. Las pérdidas para el sector se estiman entre US\$ 120 millones y US\$ 235 millones, considerando costos operacionales, laborales y logísticos de la emergencia.

“Los eventos recientes —aluviones, lluvias extremas en zonas áridas y estrés hídrico prolongado— dejaron en evidencia que buena parte de la infraestructura minera fue diseñada bajo supuestos climáticos que ya no se sostienen”, dice la analista de estudios y contenidos de Cesco, Carolina González. Plantea que será necesario rediseñar infraestructura crítica, como la que entra en juego en el caso del manejo de agua de lluvia, rutas de acceso y depósitos de relaves, incorporando escenarios climáticos futuros tanto en la ingeniería como

**Las intensas lluvias, aluviones y nevadas registradas durante el mes pasado dejaron al descubierto vulnerabilidades en las faenas mineras que afectaron a trabajadores y a la continuidad de las operaciones. Aquí, el análisis y las propuestas de distintos especialistas.**

POR VALENTINA CÉSPEDES

en la evaluación ambiental. Además, afirma que Chile requiere “una política de adaptación climática para la minería que incorpore la gestión de los relaves como un tema estratégico de seguridad ambiental y territorial”.

“Esta experiencia demuestra que la anticipación, el monitoreo continuo de las condiciones del entorno y la coordinación entre empresas y autoridades son elementos esenciales para proteger a las personas y resguardar la continuidad operacional”, afirma el director nacional (s) de Sernageomin, Mauricio Lorca. Agrega que será clave integrar la evaluación de amenazas geológicas y variables meteorológicas en la gestión operacional, junto con actualizar los planes de emergencia.

## Minería más resiliente

Para el presidente de Minnovex, Tomás Bravo, la incorporación de robótica, equipos autónomos, operación remota y sistemas de control inteligentes será fundamental para mantener la continuidad operacional y reducir la exposición de los trabajadores.

La integración de información

## Los desafíos pendientes de la pequeña minería

El pasado miércoles en la Comisión de Minería y Energía del Senado, el gobernador de Atacama, Miguel Vargas Correa, señaló que existen 383 faenas productivas de la pequeña minería afectadas por el sistema frontal.

En ese escenario, la menor disponibilidad de recursos financieros, capacidades técnicas e infraestructura dificulta incorporar tecnologías avanzadas o responder con rapidez frente a eventos extremos. La analista de estudios y contenidos de Cesco, Carolina González, advierte que la adaptación no puede transformarse en una nueva barrera de entrada para los pequeños productores. Por ello

propone fortalecer, por ejemplo, el rol del Estado y de Enami mediante infraestructura compartida, financiamiento y transferencia tecnológica que permitan evitar una mayor concentración de la industria.

Tomás Bravo, presidente de Minnovex, coincide en que la solución pasa por modelos colaborativos más que individuales. Plantea desarrollar sistemas comunes de monitoreo y alerta temprana, conectividad satelital, centros de operación remota y esquemas de tecnología como servicio que reduzcan las inversiones iniciales para los productores de menor escala.

AL MENOS  
**1.010**  
TRAJADORES  
QUEDARON AISLADOS EN  
FAENAS CORDILLERANAS  
A CAUSA DEL TEMPORAL.

geoespacial también toma un rol importante para anticipar riesgos. Según el CEO para Latinoamérica de ICEYE, Daniel Cleffi, la combinación de imágenes satelitales, inteligencia artificial, modelos predictivos

y plataformas digitales permitirá generar alertas tempranas, optimizar recursos y mejorar la gestión de activos críticos.

“Adoptar estas tecnologías no solo fortalece la resiliencia frente al cambio climático, sino que también puede convertirse en una ventaja competitiva”, asegura el ejecutivo. Para acelerar esta transformación, Bravo sostiene que el país necesita una agenda público-privada que impulse el pilotaje, financiamiento y adopción de tecnologías desarrolladas en Chile. “No basta con que las soluciones existan: debemos facilitar su validación, escalamiento y contra-

tación por parte de las compañías mineras”, afirma.

Por otra parte, González agrega que la adaptación también debe medirse por la capacidad de fortalecer los territorios donde opera la industria. “La minería adaptada al cambio climático no puede medirse solo por la resiliencia de sus operaciones; también debe demostrar cómo protege a las comunidades y fortalece la resiliencia de los territorios donde opera”, concluye la especialista de Cesco, destacando que este atributo puede transformarse en un elemento diferenciador para el cobre chileno.



# MINERÍA DIGITAL 2026: LA INDUSTRIA AVANZA A LA INTEGRACIÓN OPERACIONAL



**IA, interoperabilidad de sistemas, gobernanza de datos, electrificación y ciberseguridad marcaron la decimotercera edición del encuentro organizado por Gecamin. El desafío, según algunos de sus participantes, es escalar las soluciones.**

POR RITA NÚÑEZ B.

La transformación digital de la minería está entrando en una nueva etapa. Mientras hace algunos años los esfuerzos se concentraban en digitalizar procesos e incorporar tecnologías, actualmente el foco de las compañías está puesto en integrar plataformas, escalar soluciones y acreditar resultados concretos en productividad, seguridad y eficiencia. Esta fue una de las principales conclusiones del 13° Congreso Internacional de Automatización, Digitalización, IA y Electrificación en Minería, Minería Digital 2026, organizado por Gecamin.

El encuentro reunió a profesionales de más de 40 operaciones mineras, además de proveedores tecnológicos, universidades y centros de investigación. Su programa consideró más de 160 presentaciones, con una alta presencia de casos reales de implementación.

Para Mimy Mackenzie, gerenta de conferencias y publicaciones de Gecamin, este énfasis refleja el avance que está experimentando la transformación digital en la industria minera, tanto en Chile como en otros países.

La inteligencia artificial fue uno de los ejes transversales del congreso. Como cuenta Mackenzie, las experiencias presentadas mostraron cómo esta tecnología está avanzando desde iniciativas puntuales hacia aplicaciones cada vez más integradas en las operaciones, potenciando la automatización y la optimización de los procesos industriales.

Junto con ello, la interoperabilidad entre sistemas y la gestión de los datos aparecen como habilitadores fundamentales para capturar

el valor de las nuevas tecnologías. También adquirieron relevancia la analítica avanzada, la integración entre tecnologías de operación y tecnologías de información, la arquitectura de datos y la ciberseguridad industrial.

Otro de los temas destacados fue la electrificación y los desafíos que implica para avanzar hacia una actividad minera más sostenible. “La interoperabilidad entre sistemas, la calidad y disponibilidad de los datos, el desarrollo de capacidades y la gestión del cambio serán factores clave dentro de la industria para avanzar en una automatización y digitalización de manera sostenible”, sostiene la ejecutiva.

## Intercambio de conocimiento

En este escenario, uno de los aspectos especialmente valorados fue la disposición de las compañías mineras a presentar resultados, aprendizajes y dificultades enfrentadas durante sus procesos de transformación digital. “Ese intercambio

de conocimiento es precisamente uno de los principales aportes que entrega Minería Digital, un encuentro que contribuye a acelerar la adopción de innovación en toda la industria”, señala Mackenzie. Conocer estas experiencias permite abordar los desafíos que surgen durante la implementación y consolidación de las tecnologías.

Desde Konatec, empresa auspi-

ciadora del encuentro, coinciden en que existe un creciente interés de la industria por avanzar desde la generación de información hacia soluciones capaces de apoyar directamente la operación. Sebastián Haristoy, gerente de advanced analytics de la compañía, explica que se observa

una mayor demanda por tecnologías que vinculen la medición en línea con modelos predictivos y recomendaciones accionables. “Hay un gran interés por la medición en línea, pero por sobre todo por la aplicación de algoritmos que procesen los datos para generar recomendaciones o acciones, ya que el volumen de datos generado actualmente sobrepasa la capacidad

de digitalizar sus procesos. Como señala Mimy Mackenzie, la agenda está avanzando hacia la integración de la inteligencia artificial, la automatización, la electrificación y la gestión de datos, con el objetivo de desarrollar operaciones mineras más seguras, eficientes y conectadas.

oportunidades y mejorar el desempeño de las plantas. Sin embargo, disponer de más información no garantiza por sí mismo mejores resultados. “El dato debe venir acompañado de ciencia, algoritmos y procesos para poder capturar su beneficio”, enfatiza el ejecutivo.

En ese sentido, en la industria ya no solo se discute la conveniencia

**El intercambio de conocimiento fue uno de los principales aportes del encuentro celebrado la semana pasada. Mimy Mackenzie, gerenta de conferencias y publicaciones de Gecamin, destaca que este tipo de instancias facilita la transferencia de experiencias y contribuye a acelerar la adopción de innovaciones en la industria.**

humana de interpretación”, comenta Haristoy. Esta necesidad se vuelve más relevante frente al aumento de la complejidad de los minerales extraídos desde los yacimientos, lo que, según Haristoy, exige incorporar mayor tecnología para identificar

de digitalizar sus procesos. Como señala Mimy Mackenzie, la agenda está avanzando hacia la integración de la inteligencia artificial, la automatización, la electrificación y la gestión de datos, con el objetivo de desarrollar operaciones mineras más seguras, eficientes y conectadas.

Esta necesidad se vuelve más relevante frente al aumento de la complejidad de los minerales extraídos desde los yacimientos, lo que, según Haristoy, exige incorporar mayor tecnología para identificar

de digitalizar sus procesos. Como señala Mimy Mackenzie, la agenda está avanzando hacia la integración de la inteligencia artificial, la automatización, la electrificación y la gestión de datos, con el objetivo de desarrollar operaciones mineras más seguras, eficientes y conectadas.







# 15 años transformando datos en decisiones para una minería más eficiente

**Con una propuesta que integra ingeniería, conocimiento minero y tecnología, las Soluciones Digitales de ME Elecmetal permiten monitorear procesos críticos, optimizar el desempeño operacional y apoyar decisiones basadas en datos para enfrentar los desafíos actuales de la minería.**

Hace quince años, ME Elecmetal incorporó capacidades digitales con un propósito claro: comprender mejor los procesos mineros para ayudar a sus clientes a operar con mayor eficiencia, disponibilidad y confiabilidad. Lo que comenzó con aplicaciones de escaneo láser para evaluar el desgaste de revestimientos evolucionó hasta convertirse en una plataforma integral de soluciones digitales, desarrollada por un equipo multidisciplinario que hoy reúne cerca de cien especialistas.

Hoy, el desafío de la minería ya no consiste únicamente en conocer el estado de un equipo, sino en comprender cómo interactúan múltiples variables que afectan el desempeño de toda la operación. Variaciones en el mineral, cambios en las condiciones operacionales o desviaciones en los activos críticos pueden impactar directamente la productividad si no son identificadas oportunamente. Frente a este escenario, las Soluciones Digitales de ME Elecmetal transforman datos operacionales en información accionable para una toma de decisiones más oportuna y confiable.

**La transformación digital genera valor cuando convierte los datos operacionales en información que permite tomar mejores decisiones y optimizar el desempeño de la operación.**

La compañía ha desarrollado soluciones para monitorear procesos supercríticos, conocer la condición del mineral, controlar el comportamiento de activos estratégicos y generar información que permita anticipar desviaciones antes de que afecten la continuidad operacional. El objetivo no es solo visualizar datos, sino entregar herramientas que permitan comprender lo que ocurre en la operación y actuar oportunamente.

**El desafío ya no es solo monitorear activos, sino comprender integralmente el comportamiento de la operación para anticipar desviaciones antes de que impacten la producción.**

Uno de los principales atributos de esta propuesta es su capacidad para integrar distintas fuentes de información. Al combinar datos provenientes de activos, procesos y características del mineral, las soluciones evolucionan desde un monitoreo descriptivo hacia modelos predictivos y prescriptivos.



**La combinación de datos, ingeniería y conocimiento operacional permite evolucionar desde el monitoreo descriptivo hacia decisiones predictivas y prescriptivas.**

Para ME Elecmetal, el desarrollo digital no constituye una línea de negocio aislada. Forma parte de una propuesta integral donde productos, servicios, ingeniería y tec-

nología trabajan de manera complementaria para resolver desafíos reales de la minería.

**Las Soluciones Digitales potencian el valor de los productos, la ingeniería y los servicios de ME Elecmetal, integrando tecnología con experiencia minera para resolver desafíos operacionales complejos.**

La experiencia acumulada durante estos quince años también ha permitido fortalecer el monitoreo remoto y el trabajo colaborativo entre especialistas y operaciones. Tras quince años de evolución, ME Elecmetal continúa ampliando estas capacidades hacia nuevos mercados y tecnologías, fortaleciendo su rol como socio estratégico para una minería cada vez más inteligente.

**El futuro de la minería no depende únicamente de generar más datos, sino de transformarlos en conocimiento que impulse mejores decisiones, mayor eficiencia y resultados sostenibles.**



# EL DESAFIANTE CAMINO DE CONSTRUIR CARRERA EN EL RUBRO

**Con trayectorias menos lineales, la combinación de experiencia técnica, movilidad entre áreas y nuevas competencias se vuelve vital en un escenario marcado por nuevas tecnologías.**

POR ANAÍS PERSSON

A pesar de que la minería ofrece una de las trayectorias profesionales más diversas de la economía chilena, la transformación tecnológica y la complejidad de los proyectos están modificando las trayectorias de las personas que trabajan en esta industria.

"Hoy las empresas valoran cada vez más la capacidad de aprendizaje continuo, la adaptabilidad, el liderazgo y la experiencia demostrable en proyectos estratégicos y de alto impacto", afirma la associate executive manager de Michael Page, Pilar Cruz.

Según explica, los primeros cinco años suelen concentrarse en el aprendizaje técnico y operacional. Entre los cinco y diez años comienza una etapa de especialización, en la que los profesionales profundizan sus conocimientos, participan en proyectos relevantes y empiezan a liderar iniciativas o equipos acotados.

Luego pueden acceder a jefaturas o superintendencias, donde al dominio técnico se agregan la gestión de personas y recursos, junto a la coordinación de equipos multidisciplinarios. Como referencia, Michael Page estima que una jefatura suele alcanzarse entre los cinco y ocho años de experiencia; una superintendencia, entre los ocho y 15 años; y una gerencia, generalmente después de los 15 años.

No existe, sin embargo, un plazo único. Cruz afirma que la participación en proyectos *greenfield*, construcción, comisionamiento y puesta

en marcha, junto con la exposición internacional, la transformación digital y liderazgo transversal de equipos multidisciplinarios, pueden acelerar el recorrido. Pero el camino también "puede frenarse cuando una persona mantiene responsabilidades similares, sin asumir nuevos desafíos o liderar equipos", añade.

## De lo técnico al liderazgo

El vicepresidente de minería de Finning Sudamérica, Juan Enrique Toso, afirma que hoy existen

**"La experiencia técnica abre la puerta, pero el crecimiento depende de comprender el negocio, conectar disciplinas, anticipar riesgos, tomar decisiones y movilizar a los equipos", señala Ricardo Flores, gerente de desarrollo de IDIEM.**

oportunidades orientadas a la especialización en mantenimiento, confiabilidad, planificación minera, productividad, gestión de activos, automatización, tecnología o seguridad operacional, "áreas cada vez más relevantes para mejorar la eficiencia y el desempeño de las operaciones".

No obstante, "la experiencia téc-

## Hay más mujeres, pero persisten barreras para avanzar

La participación femenina en la gran minería alcanzó un 24,1% durante el primer semestre de 2026, equivalente a 12.413 trabajadoras, según datos de CCM-Eleva. Aunque la cifra más que triplica el 7,7% registrado en 2014, Laura Alvarado, presidenta de WIM Chile, identifica dos momentos críticos. El primero ocurre al ingresar a la industria: la rotación de mujeres durante el primer año llega al 25%, dice, aproximadamente el doble que la masculina. Esto pone el foco en el acompañamiento, la conciliación y las oportunidades de desarrollo en las etapas iniciales.

El segundo obstáculo aparece al intentar acceder a cargos de decisión. "Como nuestra incorporación masiva a la industria es un fenómeno más reciente, las trayectorias femeninas son naturalmente

más cortas. Sin embargo, aun los descripciones de cargo mayoritariamente siguen exigiendo antigüedad o perfiles que nos dejan fuera de las mesas donde se toman las decisiones. Por eso es tan relevante que no sigamos midiendo la capacidad de liderazgo del siglo XXI con las mismas métricas del siglo pasado", advierte.

nica abre la puerta, pero el crecimiento depende de comprender el negocio, conectar disciplinas, anticipar riesgos, tomar decisiones y movilizar a los equipos", señala el gerente de desarrollo de IDIEM, Ricardo Flores.

El experto plantea que para escalar, los profesionales deben saber cómo resolver problemas que mejoren la seguridad, la productividad o el desempeño de los activos; convertir esas mejoras en resultados sostenibles; resguardar los avances frente a riesgos operacionales; y desarrollar las capacidades y tecnologías necesarias para responder a los desafíos futuros.

En esa línea, la decana de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas de la UCN, Carolina Rojas Córdova, indica que la brecha más evidente es de ritmo: "Las necesidades de la industria minera está cambiando más rápido que la actualización de los currículos académicos. La automatización, la IA y las nuevas exigencias de sostenibilidad avanzan en ciclos mucho más cortos que los planes de estudio".

Por eso, la actualización profesional continua ya no puede pensarse como algo opcional o posterior a la carrera, dice la académica, sino como parte constitutiva de la trayectoria profesional. "La minería del futuro no premiará tanto a quién salió mejor preparado de la universidad, sino a quien mantuvo la capacidad de seguir aprendiendo, adaptarse y liderar el cambio", concluye.



# LAS CONMEMORACIONES QUE MARCARÁN EL MES DE LA MINERÍA ESTE AÑO

**H**oy es el día de San Lorenzo, mártir de la Iglesia católica reconocido como el patrono de la minería, cuya conmemoración se ha traducido en el día del minero. A partir de esa fecha, agosto es el mes elegido para celebrar a esta actividad y sus trabajadores y, por ello, a lo largo del país hay una nutrida agenda para revisar los desafíos de la industria y dar a conocer a la población el impacto del rubro.

La Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA), por ejemplo, inició las actividades el jueves pasado, con la Rueda de Negocios del Mes de la Minería, instancia en que se concretaron más de 1.500 reuniones entre representantes de 650 empresas proveedoras y 63 ejecutivos de la industria minera, energética y logística.

Para lo que queda del mes, la AIA tiene planificado realizar

**Una serie de actividades se realizarán en distintas regiones del país para celebrar a la minería y a sus trabajadores y dar a conocer los desafíos y proyecciones de esta actividad.**

este jueves el Seminario Nacional de Educación Inicial, en el Hotel Antofagasta, mientras que el 20 de agosto desarrollará el seminario "Impulsando el desarrollo de Chile: inversión minera, energética e infraestructura habilitante para la próxima década", en el Hotel Enjoy Antofagasta. Ese mismo día se llevará a cabo la tradicional

Cena de la Minería, en las Ruinas de Huanchaca.

Por su parte, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso realizará entre hoy y mañana el Día del Minero PUCV 2026, que busca fortalecer el vínculo entre la academia y la minería, generando un espacio de diálogo en torno a los desafíos que enfrenta el sector.

## También en la capital

Desde las 12 horas de hoy, la Universidad de Chile conmemorará el Día del Minero y la Minera 2026 con una actividad en el auditorio Eduardo Simian, en Beauchef 850. En tanto, el AMTC de la misma universidad abrirá durante todo agosto las puertas de sus principales laboratorios de investigación para acercar a la comunidad y a estudiantes al trabajo que la entidad desarrolla para enfrentar los desafíos de la minería del futuro.

La Sociedad Nacional de Minería (Sonami) está organizando la Cumbre

de la Minería Sonami 2026, encuentro que contará con la participación del Presidente José Antonio Kast y que espera situar a la industria en el centro de la agenda nacional, abordando temas como la inversión, la innovación, los permisos, la formación de talento y la inclusión.

Durante el evento se entregará el premio John T. Ryan, una de las distinciones en seguridad minera más importantes de la industria, y la jornada culminará con la tradicional Cena Anual de la Minería, donde se entregarán los reconocimientos institucionales nacionales de Sonami.

## PUBLIRREPORTAJE

MÁS COBRE, MENOS AGUA Y MENOS ENERGÍA:

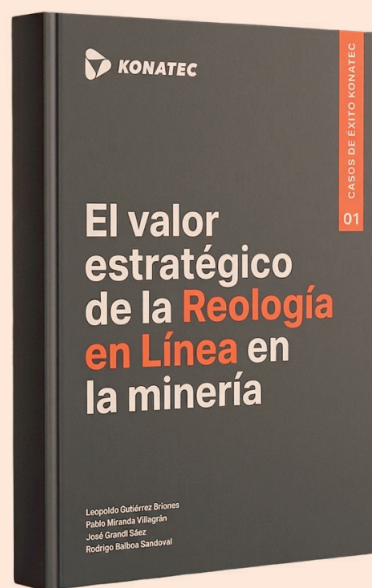
## Konatec lanza libro de casos de éxito que evidencia cómo la reología en tiempo real mejora la productividad y estabilidad operacional en minería

Con sede en la Región del Biobío, Konatec lanza "El valor estratégico de la reología en línea en la minería", con casos reales que muestran aumentos de hasta 4,3% en concentración de sólidos y de 2,6% en recuperación de cobre en plantas de la gran minería chilena, en solo cuestión de meses.

El comportamiento y las propiedades reológicas de la pulpa, por mucho tiempo se han medido solo en laboratorio y de forma puntual. Hoy, en cambio, puede monitorearse en tiempo real dentro de una planta concentradora, con datos que se transmiten en línea y alimentan decisiones operativas. Ese es el eje del libro que acaba de publicar Konatec, empresa tecnológica chilena especializada en reología en línea para la minería.

El libro, escrito por Leopoldo Gutiérrez, Pablo Miranda, José Grandi y Rodrigo Balboa, reúne cinco casos documentados con datos reales de planta, sobre el impacto económico y operacional de medir de manera continua la reología de las pulpas.

Los casos fueron obtenidos con KRheo, el



reómetro en línea desarrollado por Konatec, y RheoThink, su plataforma de inteligencia artificial, ambos operando actualmente en faenas de la gran minería del cobre en Chile.

### El costo de no medir la reología en línea

Durante años, las propiedades reológicas de las pulpas minerales —la forma en que fluyen— se consideraban como variables secundarias

frente a otras como la ley del mineral o la granulometría. El libro plantea que esa mirada quedó obsoleta.

Según comenta el CTO de Konatec, académico de la Universidad de Concepción y coautor del libro, Leopoldo Gutiérrez (Ph.D), "variables como la viscosidad aparente, yield stress, pH, porcentaje de sólidos y potencial redox de una pulpa, condicionan directamente el consumo de agua, el gasto energético, el uso de reactivos y la recuperación metalúrgica en

la planta concentradora".

### Del laboratorio a la gran minería

La historia detrás del libro tiene un componente que interesa tanto a la industria como a la academia: Konatec nació en 2018 a partir de una investigación de Leopoldo Gutiérrez, quien identificó un vacío tecnológico — no existía forma de medir reología en tiempo real bajo condiciones industriales reales— y lo convirtió primero en un prototipo y luego en un sistema comercial que hoy opera en algunas de las faenas más exigentes como Collahuasi, BHP, Sierra Gorda y Codelco.

"Para la minería chilena, medir la reología en línea dejó de ser un asunto técnico de nicho para convertirse en una palanca de competitividad: recuperar más cobre, gastar menos agua y usar menos reactivos con la misma infraestructura es crear valor real y sustentable", afirma Miguel Parra, CEO y cofundador de Konatec, junto con añadir que "este libro lo demuestra con datos de faenas reales. Y en la minería 4.0, medir la reología en tiempo real ya no es opcional: la faena que no lo hace opera a ciegas y queda atrás frente a la que sí lo hace", concluye.

El libro completo está disponible en [kona-tec.com](http://kona-tec.com)







# Soluciones de Base Científica para Optimizar el Negocio Minero

Hoy, cuando es vital mejorar estándares de sostenibilidad y productividad, INGMAT en conjunto con la Fundación COPEC-UC y empresas proveedoras de la minería, proponen soluciones innovadoras de base científica para contribuir a incrementar la sustentabilidad del negocio minero. Estas nuevas tecnologías son capaces de mejorar data actual y generar nueva información que posibilite un avance radical en los procesos de toma de decisiones. Una característica singular de este portafolio tecnológico es que entrega robustas soluciones en cosa de segundos/minutos/horas/días en lugar de semanas/meses. Lo anterior, mediante una combinación virtuosa de modelación matemática de frontera, computación de alto de desempeño, técnicas estadísticas avanzadas e IA.

INGMAT es una empresa de ingeniería matemática con vasta experiencia en el ámbito de modelación matemática de problemas complejos y la búsqueda de soluciones con base científica. Como tal, INGMAT forma parte del registro chileno de Centros de I+D de la CORFO y se diferencia de manera radical de otros emprendimientos

por ser propietaria de sus hallazgos tecnológicos. Su estrategia es mantener e incrementar esta diferenciación en el tiempo, acompañar a sus clientes en la búsqueda de la excelencia operacional y establecer políticas de alianzas estratégicas del largo plazo con referentes de la industria minera.

En esta última década, INGMAT se ha focalizado en contribuir a la sofisticación de industrias y organismos, a partir de la incorporación intensiva de IA en la automatización de procesos; en la captura, generación, gestión, almacenamiento, integración y análisis de data; y en la generación de plataformas de predicción.

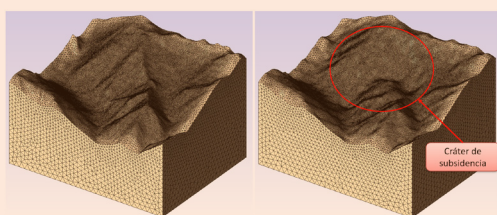


## Tecnología GEOMRI: I+D Chileno de Frontera

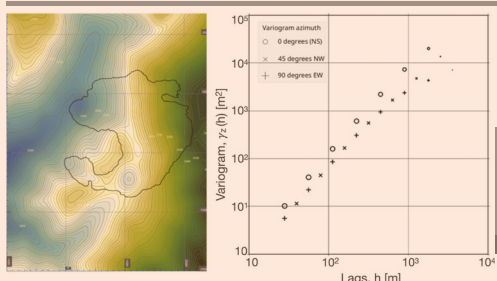
La Fundación COPEC-UC e INGMAT han establecido una fructífera colaboración con objeto de potenciar el I+D y generar alianzas de largo plazo que busquen co-construir junto a referentes en minería respuestas a problemas esenciales de su quehacer.

GEOMRI es uno de sus softwares de cálculo científico de última generación que forma parte del portafolio. Éste, incorporando técnicas avanzadas de matemáticas, informática, IA y gestión de datos de alto nivel, se conceptualiza para contribuir a cerrar brechas existentes en el cálculo, diseño y gestión en geociencias. Muy en particular, para aportar soluciones oportunas, confiables, detalladas y versátiles a problemas clave en geomecánica, geotecnia y geología estructural, donde los estándares numéricos presentes en el mercado no pueden proveer respuestas o proponen soluciones parciales con alto grado de incertidumbre.

Utilizando GEOMRI, un equipo de académicos de la Universidad de Chile y profesionales de INGMAT concibieron una teoría que permite determinar los esfuerzos en minería profunda y aplicarla para explicar estallidos de roca.



En círculo rojo cráter de subsidencia en El Teniente.

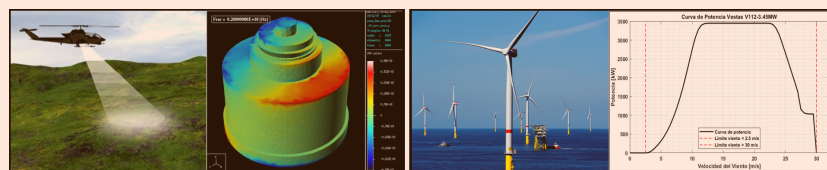


Origen de la fluctuación de los esfuerzos en profundidad.

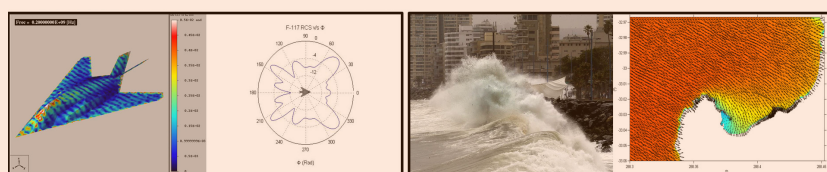
## Vigilancia & Monitoreo de Amenazas y Evento Extremo

El cambio climático, la modernización del Estado, el avance de la tecnología, entre muchos otros factores han puesto de manifiesto la necesidad de contar con robustos sistemas de vigilancia & monitoreo en línea de los escenarios donde se desenvuelven las empresas e instituciones. Para ello, es condición sine qua non contar con, al menos, dos capacidades técnicas fundamentales que son: conciliar en cosa de segundos/minutos/horas mediciones instrumentales de campo/laboratorio con data obtenida de modelos numéricos y, dotar de habilidades de detección, localización, identificación y cuantificación de amenazas 3D.

INGMAT ha contribuido a este desafío técnico proponiendo soluciones concretas en ámbitos de Defensa, energía y oceanografía operacional. Éstas hacen uso intensivo de inteligencia artificial (AI), técnicas de percepción remota, data science y computación de alto desempeño.



Detección de minas antipersonales y pronóstico para aerogeneradores eólicos.



Vigilancia de blancos aéreos y monitoreo de marejadas anormales.





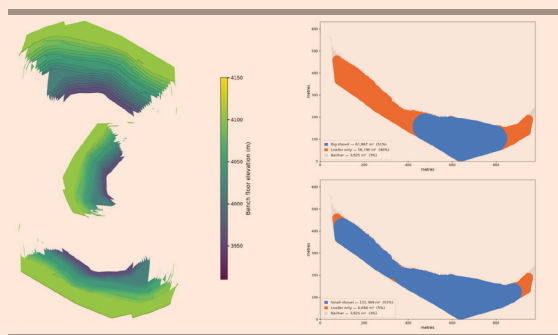
## Métodos Geométricos Discretos para Optimización en Planificación Minera

La planificación minera es uno de los elementos esenciales del negocio minero, y de ella depende en gran medida la productividad de una faena. En este ámbito, se ejecutan de manera periódica (semanal, mensual, semestral y anual) un cúmulo de acciones que utilizan de manera intensiva la optimización matemática para maximizar beneficios y minimizar costos. Por lo general, estas tareas de optimización precisan horas, días, y hasta semanas en ser realizadas.

Una de ellas, es la asignación de equipos para remover el material desde bancos en una determinada zona de un talud. Por lo general, y para un conjunto de diez bancos, completar esta tarea puede tardar hasta una semana.

INGMAT, mediante la utilización de métodos geométricos discretos, ha concebido ejecutar la asignación óptima de equipos en un banco en algo más de un minuto. Esta tarea que es mononúcleo es paralelizable por antonomasia. Esta solución está disponible en el mercado a través de la empresa TotalTerra.

La solución disponible en el mercado, incluyendo estudios de sensibilización y otras funcionalidades, fácilmente permite asignar de manera óptima equipos en cosa de minutos, horas, o un par de días en una determinada zona de un talud, dependiendo de la cantidad de bancos.



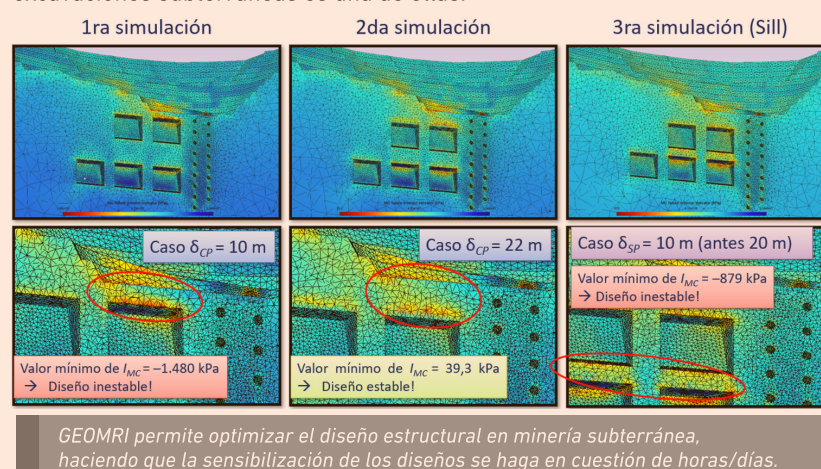
A la izquierda un sector de bancos previo a la asignación de equipos. A la derecha, un mismo banco con parámetros operacionales distintos y su solución óptima calculada en un minuto.



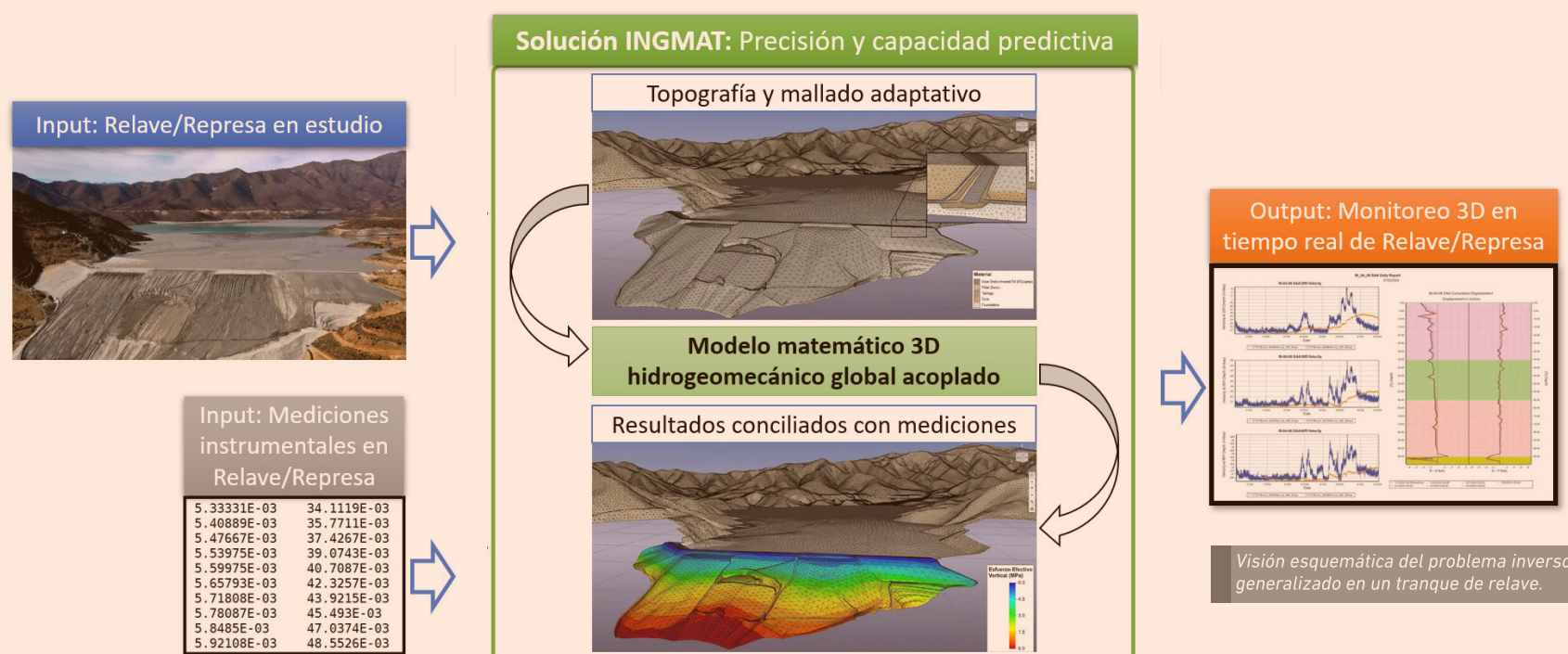
## Alianza Estratégica para Fortalecer Excelencia Operacional en Minería Subterránea

La empresa Recomin Servicios Mineros e INGMAT han establecido un alianza estratégica, cuya misión es proponer avances sustantivos al conocimiento geomecánico en el ámbito de excavaciones subterráneas y afines. En conjunto, buscan proponer nuevas y mejoradas metodologías de cálculo y diseño que hagan posible elevar estándares de seguridad, mejorar desempeño constructivo, cuidado de la infraestructura, entre otras.

GEOMRI como una tecnología computacional 3D de alto desempeño, capaz de determinar el comportamiento geomecánico espacio-temporal de suelos y macizos rocosos juega un rol esencial en esta planificación estratégica, pues ésta posee elementos técnicos que la diferencian de manera radical en el mercado. Permitir la determinación oportuna y detallada de la condición 3D de estabilidad estática o dinámica de macizos rocosos donde se sitúan faenas de excavaciones subterráneas es una de ellas.



## Soluciones a Problemas Complejos en Hidrogeomecánica



Las infiltraciones en minería son de gran importancia pues influyen en la estabilidad hidrogeomecánica de taludes, caserones, muros de contención, entre otras estructuras, así como también alteran equilibrios químicos. Se sabe que, una alta concentración de ácido sulfúrico es crítica para la operación.

Para monitorear estos fenómenos fisicoquímicos, es fundamental conocer los medios a través de los cuales percolan los fluidos involucrados. Éstos se caracterizan por propiedades escalares y tensoriales que varían punto a punto. Algunas incluso cambian en el tiempo. Existen variados métodos para obtener mediciones instrumentales de estas propiedades. Sin embargo, éstas son puntuales en espacio, o en el mejor de los casos, se sitúan en trazas o secciones del medio.

INGMAT viene implementando soluciones basadas en técnicas de problemas inversos generalizados para afrontar esta dificultad. Estas soluciones consideran un marco probabilístico tanto para la información de entrada como para los resultados. Dadas observaciones del campo de presiones, las metodologías desarrolladas por INGMAT permiten determinar cuáles son los medios tridimensionales que mejor explican estas observaciones.



# 4 TECNOLOGÍAS QUE ESTÁN ELEVANDO LOS ESTÁNDARES DE SEGURIDAD DE LOS MINEROS



Desde operar un camión a cientos de kilómetros de la faena hasta recibir una alerta por fatiga antes de que ocurra un accidente. La tecnología está transformando el trabajo en la minería y cambiando la vida de sus trabajadores. Aquí, cuatro innovaciones que están marcando esta transformación.

## 1 Centros Integrados de Operación (CIO) y teleoperación para maquinaria pesada

Salas de control desde donde los trabajadores pueden operar camiones, perforadoras y otros equipos ubicados a cientos de kilómetros de distancia.

Según la directora médica Latam del Centro Médico del Trabajador, Marta Cabrera, esta tecnología evita que los operadores deban desempeñarse en frentes de perforación o minas subterráneas, disminuyendo la exposición a riesgos musculoesqueléticos, ruido y polvo de sílice.

Además, este modelo reduce los desplazamientos hacia las faenas, lo que, dice, eleva la calidad de vida de los trabajadores al "devolverle sus horas de sueño, descanso, recreación y compartir en familia".

**La minería está impulsando soluciones que reducen la exposición a peligros, anticipan fallas y transforman la manera en que operan las faenas.**

POR VALENTINA CÉSPEDES

En tanto, el CCO de X-Analytic by SGS, Nicolás Orellana, destaca que estos sistemas también están ampliando el acceso a nuevos perfiles laborales. "Ha abierto la puerta a perfiles que antes no se planteaban trabajar en minería, sobre todo mujeres y gente joven con formación en datos y software", indica.

## 2 Sensores e inteligencia artificial para prevenir accidentes

Hoy, sensores conectados mediante Internet de las Cosas (IoT), drones e inteligencia artificial permiten detectar anomalías antes de que se conviertan en una falla mayor.

El gerente técnico del Centro Nacional de Pilotaje (CNP), Matías Castro, explica que estas herramientas permiten "anticipar fallas, optimizar el mantenimiento y tomar decisiones con información en tiempo real". Añade que su potencial aumenta al integrarse con gemelos

**La transformación digital está impulsando el uso de inteligencia artificial, automatización y monitoreo en tiempo real para fortalecer la seguridad de los trabajadores dentro de las faenas.**

digitales y realidad aumentada y virtual, tecnologías que están fortaleciendo la capacitación, la asistencia remota y la validación de procedimientos antes de intervenir en terreno.

Por otra parte, el director de Ingeniería Civil Industrial de la UAI, Arturo Alba, detalla que los sensores de vibración, temperatura y corriente, combinados con modelos de *machine learning*, permiten anticipar fallas en equipos críticos antes de que ocurran, reduciendo intervenciones de emergencia y mejorando la seguridad de los trabajadores. Sin embargo, advierte que estas tecnologías también exigen nuevas competencias de analítica de datos.

## 3 Wearables que monitorean la salud en tiempo real

Los relojes inteligentes y bandas biométricas están convirtiéndose en herramientas de prevención dentro de la minería.

Estos equipos monitorean variables como ritmo cardíaco, fatiga, somnolencia, oxigenación o estrés térmico y pueden emitir alertas antes de que ocurra un accidente.

Según detalla Marta Cabrera, del CMT, estos dispositivos ya

se utilizan para prevenir eventos críticos en conductores de camiones de extracción, transporte de personal y operadores de grúa, mediante alertas tempranas.

Para Alba, se trata de la tecnología con mayor nivel de adopción, ya que puede incorporarse sin rediseñar las operaciones. Añade que su relevancia radica en que la fatiga es uno de los principales factores detrás de los accidentes en el transporte y la operación de equipos pesados, por lo que contribuye a reducir episodios asociados a microsleeps.

## 4 Modelos para prevenir derrumbes

Los georadares y sistemas de monitoreo de laderas permiten detectar microdeformaciones en la roca y anticipar posibles derrumbes o estallidos de roca antes de que ocurran.

Según explica Nicolás Orellana, de X-Analytic by SGS, estas tecnologías en tiempo real permiten predecir colapsos con horas o días de anticipación. "Esto ha cambiado la operación de una postura reactiva a un protocolo de evacuación temprana preventivo y automatizado", señala.