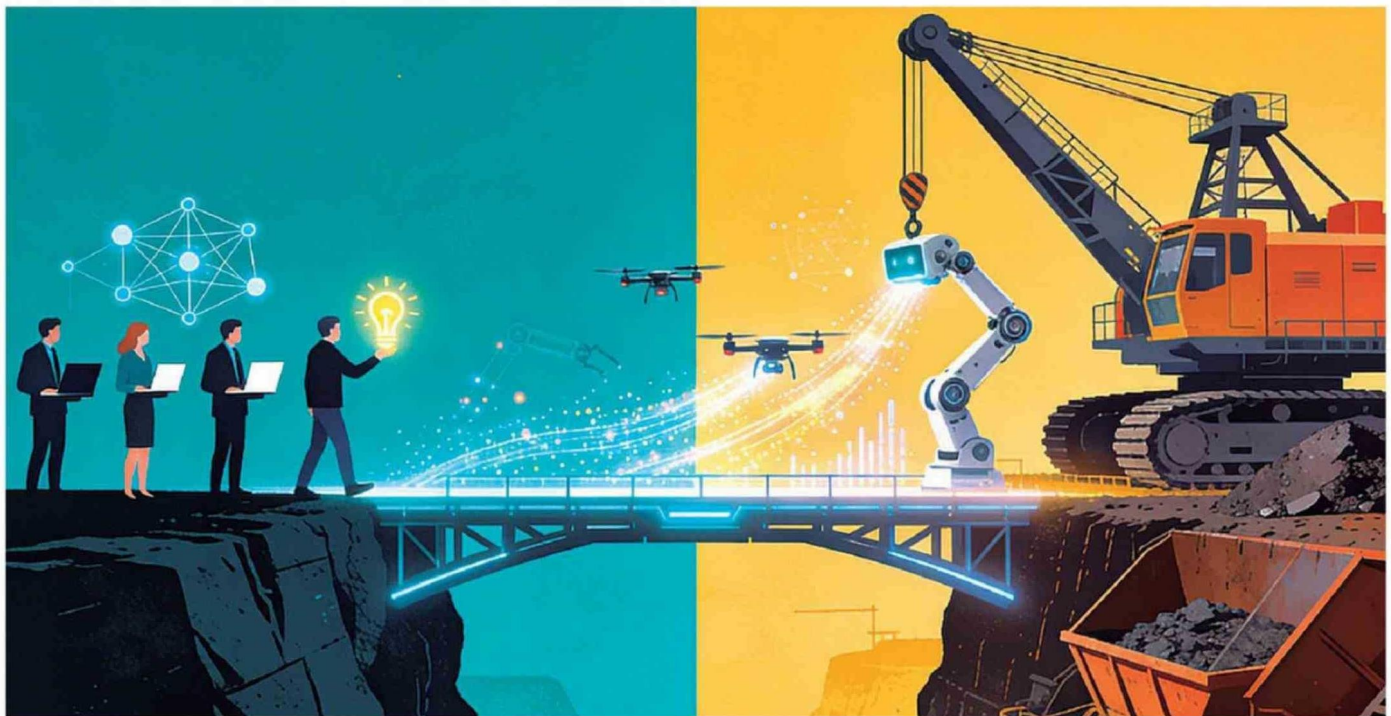




■ Avances apuntan a soluciones tecnológicas con foco productivo

Startups: el ecosistema que busca transformar la minería desde la innovación

La Región de Antofagasta atraviesa un punto de inflexión en su historia productiva. A su consolidado liderazgo como principal polo minero del país, hoy suma una nueva aspiración: posicionarse como un hub global de innovación minera. Este tránsito no ha sido espontáneo. Responde a la articulación de políticas públicas impulsadas por Corfo y al surgimiento de startups tecnológicas que buscan resolver desafíos estructurales de la industria. Aunque el ecosistema muestra avances concretos, persisten brechas en financiamiento, escalamiento y adopción tecnológica. El desafío es claro: transformar la capacidad de pilotaje en soluciones exportables y sostenibles en el tiempo.

UN ECOSISTEMA QUE AVANZA, PERO AÚN EN CONSOLIDACIÓN
 El desarrollo de startups mineras en Antofagasta ha evolucionado de manera significativa en la última década. Desde Corfo destacan que la región ha pasado de ser un territorio centrado exclusivamente en la extracción de recursos a convertirse en un espacio donde la innovación adquiere protagonismo. “En un contexto donde la industria enfrenta una transformación

La región busca dar un salto hacia la generación de soluciones tecnológicas para la industria extractiva, impulsada por actores públicos y privados. Aunque existen avances en pilotaje y desarrollo, persisten desafíos para escalar, financiar y adoptar herramientas que mejoren productividad, seguridad y sostenibilidad.

profunda, donde la creciente demanda global por minerales críticos está impulsando la necesidad de operar con mayores estándares de eficiencia y sostenibilidad, la innovación se ha posicionado como un eje central”, señalan desde la entidad. Este proceso se sustenta en cifras. Entre 2021 y 2025 se identificaron 27 proyectos vinculados directamente a minería financiados mediante instrumentos como Semilla Inicia, Semilla Expande y Escalamiento. A ello se suman 238 iniciativas apoyadas entre 2022 y 2025, de las cuales cerca del 20% corresponde al sector minero. “Se ha ido configurando un ecosistema robusto, con actores que apoyan distintas etapas del desarrollo emprendedor, desde el fi-

nanciamiento temprano hasta el escalamiento”, agregan. Además, enfatizan el rol de las capacidades instaladas: “Espacios como CIPTMIN, el Centro Nacional de Pilotaje y el ITL han sido clave para acercar la innovación a la industria, facilitando la conexión entre startups, proveedores tecnológicos y compañías mineras”. Otro indicador es la creciente presencia regional en programas de alcance nacional. “En los últimos años, emprendimientos de Antofagasta han accedido a programas como Start-Up Chile, donde predominan soluciones vinculadas a recursos naturales, especialmente minería”, explican. En ese contexto, subrayan que “vemos un ecosistema en consolidación, con capacidades crecien-

tes y una clara alineación con los desafíos estratégicos de la minería del futuro”.

STARTUPS DESDE LA REGIÓN: SOLUCIONES CON IMPACTO OPERATIVO

El ecosistema no solo se explica por políticas públicas, sino por el desarrollo de soluciones tecnológicas desde el territorio. Smart Mining, fundada en 2018, ha centrado su propuesta en la visibilidad de procesos críticos. Su director de operaciones, Danilo Sturiza, plantea que “la minería opera procesos extremadamente complejos, donde muchas de las variables más críticas no son visibles en tiempo real”. Añade que “si no puedes ver lo

2022-2025

cerca del 20% de los proyectos financiados por Corfo en Antofagasta están vinculados al sector minero, reflejando una clara orientación territorial.

que está pasando, es muy difícil controlarlo”, sintetizando uno de los principales problemas de la industria. La compañía combina sensorización, analítica avanzada y plataformas digitales. “Nuestro foco es hacer visible lo que antes no se podía medir y transformar esa información en decisiones operacionales concretas”, explica. Su desarrollo ha sido validado en distintas operaciones. “Partimos con pilotos en Enami Planta Matta y luego fuimos escalando a operaciones más grandes en Chile y Perú, incluyendo faenas como BHP Escondida”, detalla. El aprendizaje en terreno ha sido clave. “La minería real es muy distinta a un entorno controlado. Hay variabilidad, exigencia operativa y poco margen de error”, sostiene. Y agrega: “La tecnología en minería no solo tiene que funcionar, tiene que ser robusta, confiable y adaptarse a la realidad operacional”.

“En un contexto donde la industria enfrenta una transformación profunda, donde la creciente demanda global por minerales críticos está impulsando la necesidad de operar con mayores estándares de eficiencia y sostenibilidad, la innovación se ha posicionado como un eje central”.

Corfo

VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR

En este mismo ámbito, nuevas soluciones están abordando problemáticas menos visibles, pero igualmente críticas para la continuidad operacional. Desde Electromin Innovate SpA, su CEO Rodrigo Vera explica que “buscamos evitar las detenciones de equipos críticos de producción del área mina, como CAEX y palas, que muchas veces se generan por fallas en componentes electrónicos de alto valor”.

En esa línea, advierte que “son componentes caros, con poco stock disponible y que, en muchos casos, terminan siendo desechados sin intentar realmente una recuperación técnica”, evidenciando una oportunidad de mejora en los procesos de mantenimiento.

Su propuesta apunta a revertir esa lógica. “Lo que hacemos es recuperar esos componentes y darles una segunda vida útil, impactando directamente en la disponibilidad de los equipos y en la reducción de costos de mantenimiento”, señala. En paralelo, Pignus ha abordado la seguridad laboral desde el factor humano. Su CEO, Felipe Sanhueza, advierte que “el 90% de los accidentes laborales en minería ocurre por factores de comportamiento humano”.

Frente a ello, su solución basada en realidad virtual e inteligencia artificial permite evaluar conductas en entornos simulados. “Ponemos al trabajador en una prueba estandarizada y nuestra IA analiza su comportamiento en tiempo real”, explica.

El impacto ha sido medible. “Empresas que usan nuestra plataforma han registrado reducciones de entre el 10% y el 20% en su tasa de accidentabilidad”, afirma.

Sin embargo, reconoce desafíos en la implementación. “La tecnología no es el obstáculo principal: es la adopción interna. Existe una resistencia natural al cambio”, señala. En esa línea, agrega que “el onboarding humano es tan crítico como el técnico”.

Por su parte, Robótica ha desarrollado soluciones orientadas a reducir riesgos operacionales. Su CEO, Paulina González, explica que uno de los principales problemas es la acumulación de material en correas transportadoras.

“El despeje de estas áreas se realiza de forma manual, exponiendo a los trabajadores a riesgos y obligando a detener la operación”, indica.

Su propuesta introduce automatización. “Somos capaces de limpiar y despejar áreas mientras la planta está en operación, de manera más eficiente y segura”, sostiene.

La empresa ha avanzado más allá de pilotos. “No solo hemos realizado pruebas, tenemos contratos vigentes de aseo industrial robotiza-

do”, afirma.

EL DESAFÍO ESTRUCTURAL: DEL PILOTO AL CONTRATO

Uno de los principales obstáculos del ecosistema es la dificultad para escalar soluciones.

Desde Corfo identifican brechas relevantes. “Una de las principales se relaciona con las normativas y regulaciones que deben cumplir tanto las startups como las empresas”, señalan.

También advierten limitaciones en el acceso a espacios de prueba.

“La generación de oportunidades en la pequeña y mediana minería representa un desafío relevante, tanto por la inversión de tiempo como por la necesidad de compartir riesgos”.

Desde las startups, el diagnóstico es coincidente. Sturiza afirma que “un piloto permite validar técnicamente una solución, pero no asegura

su adopción”.

Añade que “las decisiones en minería son complejas, involucran múltiples áreas y los ciclos son largos”.

Sanhueza profundiza en esta problemática. “Un piloto exitoso debe atravesar múltiples áreas -HSEC, RRHH, Compras, Legal- cada una con sus propios tiempos”, explica. A este diagnóstico se suma la experiencia de Vera, quien advierte que “el paso entre un piloto y un contrato comercial no siempre depende solo de que la solución funcione bien”.

Explica que “muchas veces hay procesos internos largos, distintas áreas involucradas o presupuestos ya definidos, lo que retrasa la adopción de nuevas tecnologías”.

Además, subraya una brecha estructural en la industria. “Aunque una prueba salga bien, eso no significa automáticamente que se transforme en negocio”, indican-

do la dificultad pa-

“La minería está avanzando hacia operaciones cada vez más autónomas, pero ese camino parte por tener buena información en tiempo real (...) “más que automatizar por automatizar, el foco está en anticiparse a desviaciones y reducir la incertidumbre”.

Danilo Sturiza
 cofundador de Smart Mining

ra conectar validación técnica con decisión comercial.

MINERÍA DEL FUTURO: TECNOLOGÍA, DATOS Y SOSTENIBILIDAD

Las proyecciones del ecosistema están directamente vinculadas a la evolución de la industria minera.

Desde Corfo señalan que el desafío es avanzar hacia una minería más eficiente y sostenible. “La creciente demanda por minerales críticos está impulsando la necesidad de operar con mayores estándares de productividad y sostenibilidad”, indican.

En este contexto, las tecnologías clave incluyen inteligencia artificial, automatización, monitoreo remoto y energías limpias.

Sturiza plantea que “la minería está avanzando hacia operaciones cada vez más autónomas, pero ese camino parte por tener buena información en tiempo real”.

Añade que “más que automatizar por automatizar, el foco está en anticiparse a desviaciones y reducir la incertidumbre”.

Desde la mirada de Electromin Innovate, esta transformación también impacta el mantenimiento.

“La inteligencia artificial puede ser muy útil para analizar datos históricos, identificar patrones de falla y apoyar diagnósticos técnicos más rápidos”, sostiene Vera. Desde Pignus, el foco está en la gestión del capital humano. “La convergencia entre inteligencia artificial y realidad extendida va a redefinir cómo se forma y evalúa a los trabajadores”, señala Sanhueza.

En tanto, González proyecta una transformación operacional. “Lo clave será incorporar tecnologías que permitan sacar a las personas de ambientes de alto riesgo y operar de forma remota”, indica.

DE CAPITAL MINERA A CAPITAL DE INNOVACIÓN

El desafío final es consolidar este ecosistema y proyectarlo a escala global.

Desde Corfo sostienen que el país tiene una oportunidad estratégica. “Chile puede pasar de ser un líder en extracción de minerales a un referente en el desarrollo y exportación de soluciones tecnológicas para la minería del futuro”.

En este escenario, Antofagasta cumple un rol central. “La región concentra capacidades únicas, donde las soluciones se diseñan, prueban y validan en condiciones reales de operación”, destacan.

Además, enfatizan el desarrollo de proveedores. “Se trata de empresas capaces de generar soluciones innovadoras, con alto valor agregado y competitivas a nivel global”.

En ese contexto, la consolidación del ecosistema dependerá de la capacidad de articular actores y reducir brechas estructurales.

El tránsito desde una economía basada en la extracción hacia una sustentada en el conocimiento exige acelerar decisiones, fortalecer el financiamiento y promover la adopción tecnológica.

En ese contexto, la consolidación de este ecosistema no solo dependerá de la capacidad de generar nuevas tecnologías, sino de articular de manera efectiva a todos sus actores: industria, startups, academia y sector público. El tránsito desde una economía basada en la extracción hacia una sustentada en el conocimiento exige acelerar decisiones, reducir barreras de adopción y apostar por innovación con visión de largo plazo. De lograrse, Antofagasta no solo exportará cobre, sino también soluciones, talento y modelos de desarrollo, posicionándose como un referente global en una minería más inteligente, sostenible y competitiva.

