

## NUEVAS TECNOLOGÍAS CONTROLAN RIESGOS EN TERRENO:

# Los desafíos de la ingeniería en la era de la inteligencia artificial

Los ingenieros e ingenieras chilenos tienen sobre sus hombros una gran responsabilidad: la construcción del futuro. Pero la resolución de problemas en plena era digital no está libre de obstáculos. "El gran desafío que enfrenta la ingeniería moderna es hacer frente a los plazos e incertidumbre en el desarrollo de los proyectos", afirma Ramón Rada, presidente de la Comisión de Innovación del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile y gerente de Operaciones de Soilfe.

En este contexto, la tecnología y el equipamiento en la construcción de infraestructura inteligente son vitales. "La automatización, BIM, teleoperación y nueva maquinaria otorgan versatilidad y opciones de menor exposición al riesgo de operadores y colaboradores en trazabilidad y monitoreo continuo", comenta.

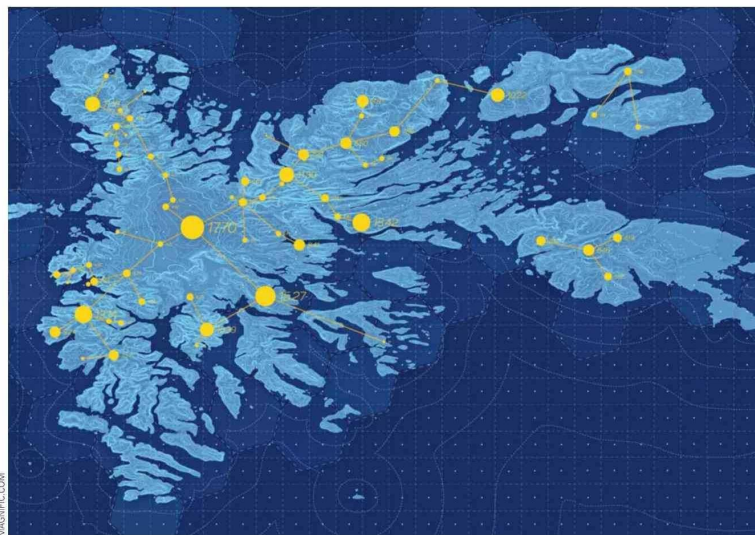
Adicionalmente, Rada valora los avances en aspectos como el monitoreo de las condiciones de trabajo, la ventilación, la energía o la logística. "Por ejemplo, gemelos digitales y salas de control con equipos operados a distancia, para viabilizar minería o tunelería continua, minimizan riesgos para trabajadores en el frente de producción", argumenta.

Además, según el gerente de Operaciones de Soilfe, los nuevos acuíferos mecanizados facilitan y mitigan riesgos de fallas en fortificación y accidentes por caída de roca, mientras las tunelerías tipo TBM destacan en faenas de alto riesgo a gran profundidad. "Ruido, vibraciones, polvo, material particulado, agua y emisiones son controlables gracias a las nuevas

La convergencia entre percepción espacial, modelos digitales e inteligencia artificial está transformando el paradigma industrial, convirtiendo a la información en un sistema activo que detecta anomalías o patrones para anticipar problemas.

tecnologías", afirma.

Para el Dr. Álvaro Prado, director del Doctorado en Inteligencia Artificial de la Universidad Católica del Norte (UCN) y del proyecto Fondecyt N° 11230962, integrar inteligencia artificial, fotogrametría y modelos BIM en los proyectos va más allá de la compatibilidad entre *softwares*. "El verdadero problema radica en la convergencia de múltiples fuentes de percepción espacial y modelos digitales que operan con distintas resoluciones, frecuencias de actualización, estructuras semánticas y niveles de incertidumbre", explica.



MAGNIFIC.COM

### INTEROPERABILIDAD

Actualmente, sensores LIDAR, cámaras multispectrales, drones y sistemas fotogramétricos generan volúmenes masivos de información tridimensional, imágenes y nubes de puntos que deben ser preprocesados, alineados espacial y temporalmente, filtrados y transformados en representaciones digitales coherentes para plataformas BIM.

"Sin embargo, gran parte de la infraestructura tecnológica actual fue diseñada bajo paradigmas estáticos de

*Hoy tecnologías como sensores LIDAR, cámaras multispectrales, drones y sistemas fotogramétricos generan volúmenes masivos de información tridimensional que contribuyen al mejor desarrollo de proyectos.*

modelado, mientras que los sistemas modernos de percepción trabajan de forma dinámica y continua. Esto provoca cuellos de botella importantes en interoperabilidad, sincronización en tiempo real y gestión de datos de alta dimensionalidad, especialmente cuando se busca construir modelos digitales o 'digital twins' capaces de

actualizarse automáticamente desde sensores en terreno", detalla el Dr. Prado. Otro desafío crítico, según el investigador de la UCN, es que la inteligencia artificial no interpreta el entorno como lo hace un ingeniero. "Depende completamente de la calidad, consistencia y trazabilidad de los datos de entrada. Errores de calibración, oclusiones, ruido sensorial, variaciones ambientales o información incompleta pueden propagarse rápidamente dentro de modelos predictivos y generar interpretaciones erróneas del estado estructural u operacional de una infraestructura", sostiene.

ocurrir", agrega el Dr. Álvaro Prado.

En sectores como minería, infraestructura crítica y construcción avanzada, esta integración representa el paso desde un modelado estático hacia ecosistemas digitales autónomos, explica el académico de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas de la UCN. "Estamos entrando en una etapa donde la minería y la ingeniería dejarán de operar sobre mapas estáticos del terreno para comenzar a trabajar sobre entornos digitales vivos, capaces de percibir, actualizar e interpretar continuamente lo que ocurre en faena", añade.

### MODELACIÓN INTELIGENTE

Para integrar inteligencia artificial y BIM es necesario contar con modelos que comprendan geometría, contexto constructivo, comportamiento físico y evolución temporal simultáneamente.

"Hoy no basta con construir modelos digitales visualmente correctos, el verdadero desafío es desarrollar modelos inteligentes capaces de comprender y razonar sobre el entorno, no solo detectando anomalías, sino también diferenciándolas e interpretándolas contextualmente en tiempo real, anticipando comportamientos anómalos y posibles fallas antes de que ocurran", agrega el Dr. Álvaro Prado.