



# El potencial de la computación espacial para mitigar riesgos de seguridad y optimizar las operaciones mineras

POR MARCO ZECCHETTO

El derrumbe al interior de la mina El Teniente, de Codelco, que dejó a seis trabajadores fallecidos, abrió el debate respecto de la seguridad en las faenas mineras. En este contexto, las soluciones tecnológicas podrían aportar a la mitigación de riesgos, a mejorar las respuestas frente a un accidente, pero también a optimizar las operaciones y procesos en la minería.

En el mundo ya se habla de computación espacial en la industria minera. Es una categoría que engloba distintas tecnologías –como realidad aumentada, mixta y virtual; gemelos digitales; sensorización e internet de las cosas (IoT, su sigla en inglés)– habilitantes para vincular los entornos físicos y digitales, y facilitar las interacciones con los sistemas informáticos.

En Chile, el sector minero está usando estas tecnologías para mejorar la seguridad, capacitar personal, simular escenarios y optimizar procesos, pero su potencial sería mayor, aunque conlleva desafíos.

El CEO y cofundador de Minverso –startup chilena de soluciones inmersivas y metaverso para la minería– Rodrigo González, dijo que el accidente de El Teniente “no era posible anticipar con precisión” ni siquiera con tecnologías avanzadas. Y si bien la computación espacial permite visualizar las faenas mineras, “su aporte hoy está en preparar a los trabajadores frente a situaciones de alto riesgo, con la simulación de escenarios críticos, lo que mejora la respuesta real ante emergencias”.

También explicó que los gemelos

■ La industria ya aplica tecnologías inmersivas, IoT y gemelos digitales para capacitación, simulación de escenarios y prevención, pero hay desafíos.

digitales –modelos virtuales que reproducen un objeto físico– para faenas subterráneas posibilitan “simular en tiempo real condiciones como acumulación de gases, desprendimientos de roca o fallas de ventilación. Esto facilita la detección temprana de anomalías y se optimiza la capacidad del personal –dentro y fuera de la mina– para responder de manera segura y oportuna”.

En tanto, el investigador del Advanced Mining Technology Center (AMTC) de la Universidad de Chile, Felipe Navarro, señaló que, para efectos de detección temprana de accidentes, la computación espacial “ayudaría, pero no por sí sola”, porque antes hay que avanzar en la obtención de datos de seguridad de las minas, mejorar los algoritmos que manejan esta información para

aplicarla a modelos espaciales de riesgo, y en el desarrollo de nuevos sensores que permitan “dejar un ambiente despierto”.

“Estamos en buen camino y hay buenas oportunidades de investigación y desarrollo (...) Para tener lo que hoy se llama gemelo digital, como un espejo de la realidad, se necesita tener muchos tipos de sensores a lo largo de toda la operación. Este tiene un potencial que todavía no se le ha sacado”, comentó.

Agregó que la computación espacial está impulsando el levantamiento de datos, la sensorización en todas las operaciones mineras y la capacitación.

## Usos y optimización

El director ejecutivo de la División Enterprise para América Latina

de Nvidia, Marcio Aguiar, dijo que algunas mineras en Chile ya están probando drones y tecnologías de visión computarizada que recopilan datos reales para crear escenarios virtuales y gemelos digitales para prevención y simulación de escenarios, a través de plataformas como Omniverse.

“Una compañía como Codelco, por ejemplo, puede mirar un escenario virtual de toda su planta. Utilizando datos analíticos reales, pueden hacer varias simulaciones de lo que puede pasar –como accidentes– o de lo que quieren lograr, y desde allí optimizar su línea de producción”, afirmó Aguiar.

Dijo que ya se están realizando pilotos, por ejemplo, para la seguridad y capacitación de los trabajadores, y en optimización de rutas para camiones.

Por otro lado, Navarro comentó que en seguridad se está aplicando IoT. Destacó el uso de chalecos integrados con sensores que permiten monitorear aspectos como la ubicación,

signos vitales, palpitaciones o fatiga de los trabajadores, para detectar, por ejemplo, si un operador de maquinaria tiene sueño.

En tanto, González señaló que la capacitación con interfaces inmersivas en minería, como metaverso o lentes de realidad aumentada, mixta o virtual, está “en plena transición”, y que según estudios realizados por la startup y Duoc UC, los tiempos de formación han mejorado, porque “una hora en el metaverso equivale a cuatro horas del mundo físico”, afirmó.

## Desafíos

Si bien la industria ya tiene casos de usos de computación espacial, hay retos relacionados con datos y modelos predictivos, talento especializado y en pasar de la información plana a 3D.

Por ejemplo, González señaló que los centros operación remota tienen la capacidad de trabajar en tiempo real, pero en pantallas planas, por lo tanto, el desafío es “convertir la información plana” en representaciones holográficas que permitan simular escenarios 3D y ejecutar planes mineros.

Aguiar, de Nvidia, señaló que uno de los principales obstáculos para la adopción de la computación espacial es la falta de profesionales capacitados en las empresas para implementar y utilizar estas tecnologías rápido.

Para Navarro, avanzar en el levantamiento de datos con computación espacial va a impulsar la predictibilidad y la eficiencia de procesos mineros. “Lo predictivo es lo que se viene”, dijo.