



La creciente demanda de minerales requerirá nuevas tecnologías

Perforadoras flexibles, sistemas de energía distribuida y, por supuesto, inteligencia artificial.

La búsqueda de minerales críticos por parte de Donald Trump lo ha llevado desde Groenlandia hasta Ucrania. No es el único que quiere más metales, los cuales serán necesarios para todo, desde una mayor electrificación hasta centros de datos de inteligencia artificial (IA) más grandes y numerosos, así como redes eléctricas más resistentes. Según BCG, una consultora, aproximadamente una quinta parte de los minerales que se prevé necesitar para 2035 todavía está por ser encontrada. Se están invirtiendo miles de millones de dólares en la búsqueda de nuevos yacimientos, pero pocos saben de dónde provendrán todos los minerales requeridos.

Una serie de problemas con los proyectos existentes solo agrava la situación. La calidad del mineral —la cantidad de metal valioso en una muestra de roca— está disminuyendo, lo que obliga a los mineros a excavar más profundo; los permisos de minería pueden tardar años, si acaso no décadas, en concretarse; y el proteccionismo y las protestas han paralizado proyectos desde Chile a Panamá y Serbia.

Las empresas mineras, por lo tanto, están “desesperadas por nuevas tecnologías para aumentar la producción”, según Andrew Southam, director ejecutivo de KAZ Minerals, una minera de cobre en Asia Central, quien habló recientemente en un encuentro de líderes del sector en Riad. Afortunadamente para Southam y sus atribulados colegas, una serie de nuevas ideas —desde mejores perforadoras y sistemas de energía, hasta un uso más inteligente de los datos y la IA— busca abordar sus problemas más urgentes.

Uno de los grupos de innovaciones se centra en las operaciones cotidianas de la minería, como la perforación y el procesamiento de minerales. Los mineros están adoptando tecnologías de la industria del petróleo y gas, que experimentó su propia revolución en las últimas décadas con la llegada de la fracturación hidráulica (*fracking*). Esto generó enormes beneficios para la economía estadounidense al reducir las facturas de los consumidores y disminuir la dependencia del país de la energía extranjera.

Con esto en mente, XtremeX Mining Technology (XMT) ha desarrollado una máquina de perforación adaptada de las utilizadas por las grandes compañías



Una búsqueda de innovación se enfoca en mejorar la recopilación de datos para acelerar la exploración de minerales. Esto implica identificar minerales de mayor calidad.

petroleras. Una vez que las minas están operativas, la perforación es la parte más costosa y que más tiempo consume, señala Govind Friedland, inversionista en XMT y empresario minero. La perforadora de XMT utiliza un tubo en espiral —un tubo metálico largo, sin juntas y flexible— con un motor de corriente alterna (CA) que permite perforar de manera continua, más precisa y rápida.

Esta máquina podría reemplazar la perforación rotatoria tradicional, un proceso hidráulico basado en movimientos de giro y percusión que se ha utilizado en la industria durante unos 60 años. La perforadora de XMT podría permitir excavar un 50% más profundo en el suelo y usar un 20% menos de combustible, ya que los motores de CA son mucho más eficientes que sus equivalentes hidráulicos.

La energía es otro desafío. Las minas requieren complejos sistemas energéticos en zonas remotas y a menudo dependen de generadores diésel, que son contaminantes, costosos y difíciles

de reabastecer. La falta de suministro estable y conexión a la red también deja a los mineros vulnerables a cortes de energía intermitentes. Por ello, Huawei, una empresa china, ha desarrollado la microred Fusion Solar Smart Mine, una planta de energía autónoma compuesta por baterías, paneles solares e inversores, con un sistema de gestión energética inteligente que permite a los mineros utilizar solo la cantidad de energía que necesitan, manteniendo una frecuencia y voltaje estables.

Una versión de seis megavatios-hora (MWh) de esta tecnología fue instalada a más de 4.200 metros de altitud en una mina sin conexión a la red en Argentina. Un sistema de 90 MWh fue desplegado en Mongolia, donde las temperaturas pueden descender hasta -40 °C. La microred también utiliza IA para monitorear el estado de las baterías, predecir fallos en el sistema y liberar la cantidad justa de energía según la demanda. Todo esto termina reduciendo los costos operativos de los mineros en aproximadamente un tercio, según un

ejecutivo de Huawei.

A medida que las minas envejecen, las empresas también buscan mejores formas de extraer más valor del material excavado. BHP, la mayor empresa minera del mundo, y Rio Tinto, la segunda más grande, están probando nuevas formas de lixiviación, un proceso químico que permite extraer más metal (en su caso, cobre) del mineral. Dado que los metales se encuentran en distintas formas en la Tierra —óxidos, sulfuros, mezclas con otros minerales o en relaves— los mineros deben emplear diferentes métodos para extraerlos. Los óxidos requieren ácidos, mientras que los sulfuros necesitan componentes bacterianos para disolver el material adicional u oxidar los minerales. *Acidithiobacillus ferrooxidans*, por ejemplo, se usa para oxidar el hierro ferroso y el azufre. Rio Tinto ha desarrollado Nuton, un proceso que infunde roca triturada con aditivos patentados y microorganismos cultivados para obtener cobre de alta pureza.

El segundo grupo de innovaciones se enfoca en mejorar la recopilación de datos para acelerar la exploración de minerales. Esto implica identificar minerales de mayor calidad y evaluar y mapear

mejor los yacimientos. Daoyun Tech, una empresa china, ha desarrollado un *software* que permite recopilar datos geológicos de un sitio potencial mediante drones, analizar áreas mineras y generar diseños y planes tridimensionales. Ivanhoe Electric, una firma de exploración enfocada en tecnología, utiliza corrientes eléctricas que penetran hasta 1,5 km bajo tierra para detectar y mapear yacimientos de sulfuros con cobre, níquel, oro y plata. La precisión del sistema, empleado por BHP, permite reducir la excavación necesaria antes de hallar los depósitos, minimizando así el impacto ambiental en la tierra circundante.

Freeport-McMoRan, una minera de cobre, está utilizando sensores en camiones, palas y maquinaria para recopilar datos en tiempo real sobre la calidad del mineral extraído, la velocidad de las operaciones y el rendimiento del equipo. Esa información es procesada por modelos de IA que optimizan la operación de las máquinas de Freeport, según Bert Odinet, director de innovación de la empresa.

En las operaciones de Freeport en Indonesia, los modelos de IA también ayudan a predecir derrames de lodo húmedo, un fe-

nómeno en el que el agua mezclada con mineral puede inundar las minas y poner en peligro tanto el equipo como al personal. El *software* de la empresa analiza datos de video y sensores sobre el contenido de agua, las precipitaciones, la distribución del lodo y el tamaño de sus partículas para construir algoritmos de predicción de riesgos.

Las empresas mineras no son las únicas que están intensificando los esfuerzos de prospección mediante tecnología. En enero, el Servicio Geológico de EE.UU. (USGS) y la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (Darpa) lanzaron un proyecto para desarrollar herramientas con IA para recopilar y evaluar datos sobre minerales críticos. El plan incluye extraer datos geoespaciales de diversas fuentes, como unos 100.000 mapas antiguos y estudios geológicos, y mapear minerales mediante georreferenciación, una técnica cartográfica que alinea los datos de latitud y longitud con el mundo real. Solo alrededor de una décima parte del catálogo del USGS ha sido georreferenciada; el resto son imágenes escaneadas de mapas. (La falta de estos datos nacionales podría explicar por qué Trump está explorando tan lejos en su búsqueda de minerales).

Todo esto ha acelerado un proceso de exploración geológica que tradicionalmente ha sido manual y que puede tardar años. Después de recopilar e integrar diversos conjuntos de datos geocientíficos, los investigadores aplican técnicas de aprendizaje automático para identificar patrones y predecir dónde es más probable encontrar minerales en EE.UU. El objetivo es “caracterizar lo que tenemos, saber lo que poseemos y abastecernos a nivel nacional”, explica Erica Briscoe, gerente del programa de Darpa.

No está claro cuán rápido invertirán las empresas mineras en todas estas nuevas tecnologías. Ya enfrentan costos laborales en alza, dificultades para acceder a energía y largos retrasos en los permisos. Además, según McKinsey, para minas valoradas en más de mil millones de dólares, los costos suelen terminar siendo un 80% más altos de lo estimado inicialmente.

Aun así, señala Friedland, la industria debe empezar a experimentar. “Tenemos que cambiar la forma en que trabajamos”.

Artículo traducido por Economía y Negocios de “El Mercurio”.

