

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Más allá de las expectativas: cómo la tecnología puede impulsar el rendimiento de las operaciones mineras



Contenido

Prólogo.....	4
El panel de contribuyentes expertos	5
Los datos precisos deben aprovecharse	6
El modelado detallado mejorará el rendimiento.....	7
Integrar nuevos flujos de trabajo digitales puede suponer un desafío.....	8
La nueva generación de tecnología revolucionará la industria	9
Crear un cambio real	10
El desafío de los EV en las minas.....	11
El gemelo digital o la inteligencia artificial permitirán un cambio hacia las operaciones mineras ágiles.....	12
Implementación de tecnologías nuevas.....	13
Conclusión	14





Q4

MÁS ALLÁ DE LAS EXPECTATIVAS



Prólogo

by Pieter Neethling
Segment Director, Mining Operations,
Seequent

Las operaciones mineras actuales deben estar orientadas hacia el futuro para satisfacer la demanda de metales y minerales de tierras raras.

La única manera que tiene la industria de satisfacer esta demanda en aumento es la optimización de las operaciones, una tarea que se torna cada vez más compleja a medida que aumenta la presión para obtener resultados. Pieter Neethling, director del segmento, Operaciones Mineras de Seequent afirma con énfasis lo siguiente: "El subsuelo es increíblemente complejo, con muchas incógnitas; sin embargo, todavía se deben tomar decisiones críticas ante la incertidumbre". La industria minera necesita implementar cambios tecnológicos para garantizar el funcionamiento sostenible y eficiente de sus operaciones en el presente y en el futuro.

Este artículo examina cómo se desarrolla e implementa tecnología nueva para que las operaciones mineras sean más seguras, inteligentes y rentables. Seequent reunió a los principales agentes de la industria en un foro organizado por Emily King, fundadora y directora general de Prospector, al que asistió un panel de expertos de AngloGold Ashanti, Hecla Mining, IntelliSense.io y RockMass Technologies, como también periodistas de la prensa minera y expertos de la industria de Seequent.

El panel de contribuyentes expertos



Matt Blattman
Director Technical
Services, Hecla Mining



Alex Boucher
Technical Solutions
Director, Seequent



Marcelo Godoy
Chief Technology Officer,
AngloGold Ashanti



Emily King
Founder and CEO,
Prospector



Dr. Grant Kopec
VP Global Field
Operations, IntelliSense.io



Shelby Yee
Founder and CEO,
RockMass Technologies



06

MÁS ALLÁ DE LAS EXPECTATIVAS



Los datos precisos deben aprovecharse

Grant Kopec
VP of Global Field Operations, IntelliSense.io

Los datos constituyen el núcleo de la minería moderna, por lo que su uso es fundamental para el buen funcionamiento del sector. Sin embargo, su aplicación conlleva muchos desafíos: ¿todo debe empezar con los datos o, simplemente, se deben “utilizar” para obtener el resultado deseado? El panel de expertos está convencido de que los líderes del sector deben saber con precisión los objetivos que quieren alcanzar, el rendimiento de la inversión que quieren lograr y las opciones de solución que tienen a su disposición para alcanzarlos. Por último, deben considerar los requisitos de datos que impulsarán la solución.

El dr. Grant Kopec, vicepresidente de Operaciones de Campo Globales de IntelliSense.io, comenta: “Elementos tan sencillos como la colocación de los sensores en determinadas ubicaciones de muestreo marcan la diferencia para predecir el rendimiento. Nuestra experiencia consiste en examinar el caso de uso y, luego, aplicar la captura de datos para determinar la solución. Esto implica trabajar estrechamente con los mineros, sus equipos de análisis de datos, los centros operativos individuales y los distintos proveedores para asegurarnos de que todos tenemos el mismo modelo de datos, las mismas definiciones y que estamos solucionando los problemas de datos en su origen. Este enfoque también puede aportar beneficios secundarios: un ejemplo sencillo es la eliminación de incongruencias en el etiquetado de los almacenes y sus límites, donde utilizamos los datos para aportar claridad.

La aplicación de los datos geológicos es fundamental, ya que las empresas mineras basan sus modelos en ellos y los utilizan para tomar decisiones cruciales. Los datos sin procesar se transforman mediante el software para crear los modelos que pueden utilizarse para determinar la viabilidad de la labor y los yacimientos que contiene.

Sin los datos geológicos más recientes, el modelo tendrá defectos y podría comprometer el costo de la extracción y la seguridad de la operación.





El modelamiento detallado mejorará el rendimiento

Alex Boucher
Technical Solutions Director, Seequent

Las decisiones de explotación minera se basan, fundamentalmente, en un buen modelo de la geología del subsuelo o de las leyes. Los futuros modelos geológicos deben ser fáciles de crear, deben poder repetirse y deben responder a la demanda del proceso operativo de toma de decisiones. Sin embargo, el modelado del subsuelo presenta una incertidumbre y una subjetividad intrínseca que no son habituales en otros campos de la ingeniería.

Alex Boucher, director de Soluciones Técnicas en Seequent, comenta lo siguiente: “Uno de los principales problemas de la minería consiste en que, actualmente, tomamos decisiones críticas, tanto estratégicas como tácticas, basándonos en información incierta. Podemos construir distintos escenarios para registrar la incertidumbre, pero debemos adaptar los flujos de trabajo para procesar y analizar toda esa información”.

Para conectar El modelamiento geológico con las operaciones, Seequent está desarrollando un ecosistema flexible de soluciones basadas en la nube y conectadas mediante integraciones fluidas.

En este entorno abierto, las empresas mineras podrán reunir datos, servicios y aplicaciones en tiempo real. Las operaciones tendrán acceso a los últimos datos geológicos y modelos de bloques, por lo que dispondrán de la información adecuada para tomar una decisión determinada; es decir, contarán con modelos que reflejen el estado de la información de perforación y capten la confianza del geólogo en el modelo en cuestión.

Si se utilizan mejor los modelos geológicos y los modelos de bloques, se obtendrán mejores resultados en el rendimiento operativo.





88

MÁS ALLÁ DE LAS EXPECTATIVAS



Integrar nuevos flujos de trabajo digitales puede suponer un desafío

Matt Blattman
Director, Technical Services, Hecla Mining

Uno de los desafíos principales del sector también es aplicar nuevos flujos de trabajo digitales, ya que las empresas deben adquirir tecnología de diferentes proveedores que, con frecuencia, no son totalmente compatibles entre sí.

Es necesario que haya más estandarización en toda la industria.

Matt Blattman, director de Servicios Técnicos de Hecla Mining, añade lo siguiente: “Nos gustaría estandarizar, pero dentro de nuestra empresa, con cuatro minas diferentes, cuatro tipos distintos de yacimientos y cuatro métodos de extracción diferentes, es difícil encontrar algo que se adapte a todas las situaciones”.

El Dr. Grant Kopec agrega: “La rigidez de los nuevos flujos de trabajo es algo a lo que nos enfrentamos de manera constante. Una de las cuestiones que impide que la gente utilice un nuevo flujo de trabajo y vuelva al antiguo se relaciona con un problema de calidad de los datos o con una interrupción de los datos que les hace pensar que no funcionan o que son imprecisos, así que vuelven a trabajar como lo hacían antes. Eso es algo que nos ha parecido un verdadero desafío y requiere transparencia en el software y la interacción personal para mantener esa confianza que lleva semanas, meses o años en construirse”.



La nueva generación de tecnología revolucionará la industria

Shelby Yee
 CEO, RockMass

Los recientes avances tecnológicos, como el sistema de software de mapeo de minas FaceCapture™, suponen ahorros significativos y beneficios adicionales para la industria. En su empeño por mejorar la seguridad, Hecla Mining se asoció con Mine Vision Systems para introducir el sistema de mapeo en dos de sus minas de Norteamérica. Este sistema permite a Hecla mapear y georreferenciar la superficie de la mina en tiempo real, reducir el tiempo de inactividad de la producción al minimizar el tiempo necesario para mapear y documentar la superficie, y facilitar información de mayor calidad a sus geólogos en el momento preciso en que la necesiten.

El sistema genera escaneos LiDAR de las excavaciones subterráneas y puede crear imágenes 3D de alta resolución y georreferenciadas de esos trabajos. Los datos se obtienen en forma de archivos estándar que son prácticamente independientes del software, lo que mejora su uso en todos los departamentos de la minería. Hecla Mining se esfuerza por implantar esta tecnología en las operaciones de superficie y fusionar los datos con los escaneos estándar generados con drones para obtener perfiles de superficie y datos estructurales extremadamente precisos.

Estos nuevos datos mejoran la fragmentación de las voladuras, permiten un mejor control de leyes, reducen los costos, aumentan la productividad y mejoran la seguridad.

Matt Blattman afirma lo siguiente: “Queríamos alejar a nuestros geólogos de las labores y de las zonas de actividad sísmica subterránea peligrosas, así que trabajamos con proveedores de tecnología para crear algo que pudiera hacerlo. En este caso, los geólogos disponen de unidades LiDAR montadas en mochilas que pueden escanear y georreferenciarse bajo tierra, y capturar fotos en 3D De la labor. Si hay un factor impulsor de la seguridad, creo que el equipo de gestión tiene más incentivos para ponerlo en práctica”.

El nuevo RockMass Eon de RockMass Technologies ofrece una solución similar en un dispositivo LiDAR portátil para la elaboración de mapeos geotécnicos y geológicos. Shelby Yee, directora general de RockMass Technologies, añade lo siguiente: “Trabajamos con nuestros clientes para garantizar que los datos sean fáciles de captar para el usuario final y que el modelador pueda utilizarlos para tomar decisiones diarias o semanales. Por ejemplo, trabajamos con una empresa minera de oro de vetas angostas que realizaba mapeos de frentes con regularidad y quería mejorar el modelado de bloques. Intentamos incorporar nubes de puntos 3D en colores, precisas y de alta fidelidad, en tiempo real. La primera vez que se lo demostramos, todo el equipo de servicio técnico quedó asombrado de lo que la tecnología permite hacer ahora”.



Crear un cambio real

Marcelo Godoy
Chief Technology Officer, AngloGold Ashanti

Muchas minas subterráneas presentan problemas de salud y seguridad relacionados con la seguridad y la dificultad de contratar trabajadores mineros que tengan las habilidades necesarias para trabajar con seguridad en un entorno exigente y con espacio restringido.

Además, todas las empresas mineras deben alcanzar las cero emisiones netas para el año 2050, con reducciones sustanciales para 2030. Esto hace que la industria sea sumamente receptiva a las múltiples ventajas que pueden ofrecer las tecnologías emergentes.

AngloGold Ashanti está a la vanguardia del provecho de las tecnologías nuevas y emergentes y utiliza un Amplio rango de aplicaciones:

- Vehículos eléctricos: el uso de vehículos eléctricos (electric vehicles, EV) reduce los requisitos de ventilación en las minas debido a la reducción significativa de la generación de partículas diésel y de calor.
- La integración de energías renovables aumenta la energía solar o eólica en las operaciones mineras.
- El internet de las cosas: los dispositivos y sensores de IoT recopilan datos en tiempo real sobre los equipos, las condiciones ambientales y la ubicación del trabajador. Estos datos se utilizan para mejorar la eficacia operativa, optimizar los programas de mantenimiento y aumentar la seguridad.

- La realidad virtual aplicada a la capacitación en seguridad permite a los mineros ejercitar la identificación de los principales peligros en un entorno virtual y adquirir experiencia valiosa antes de adentrarse en zonas de trabajo peligrosas.
- Robótica avanzada: las plataformas de perforación autónomas a cielo abierto ofrecen mejoras en eficiencia, precisión y seguridad.
- Sistemas de transporte autónomos: los camiones y vehículos auxiliares autónomos optimizan la eficiencia operativa y reducen el riesgo de accidentes.
- Vehículo aéreo no tripulado (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) se usan para estudiar vacíos subterráneos, supervisar la seguridad del sitio y realizar inspecciones geotécnicas.
- Supervisión remota avanzada de las instalaciones de almacenamiento de residuos (Tailing Storage Facilities, TSF): los sistemas de supervisión remota permiten la supervisión en tiempo real de las instalaciones de almacenamiento de residuos desde una sala de control centralizada. Esto permite la eliminación de residuos y gestión del agua, y es clave para la planificación en caso de emergencias.

Marcelo Godoy, director de Tecnología de AngloGold Ashanti, explica las tecnologías en las que está invirtiendo su empresa: “El enfoque de la adquisición de tecnologías nuevas son los vehículos eléctricos. El uso de vehículos eléctricos en minas subterráneas se considera un gran avance porque reduce los requisitos de ventilación debido a la reducción significativa de las partículas diésel y el calor. Aunque la tecnología no ha avanzado tanto como nos gustaría, es un campo en evolución continua, y actualmente lo estamos probando en una de las minas de Brasil. La robótica avanzada y los sistemas autónomos también presentan posibilidades extraordinarias, y no me cabe duda de que, para cuando alcancemos las remisiones netas cero en 2050, las minas estarán dirigidas por robots. Por último, la integración de las energías renovables disminuirá las emisiones y reducirá los costos de nuestra energía”.

El desafío de los EV en las minas

Como señala Marcelo Godoy, la incorporación de nuevas tecnologías no está exenta de problemas. Los vehículos eléctricos tienen limitaciones reales en términos de potencia comparados con los sistemas diésel tradicionales, y la capacidad restringida de sus baterías significa que tienen una autonomía y un tiempo de funcionamiento más limitados, lo que requiere frecuentes recargas o cambios de batería. En la actualidad, los sistemas de transporte de minería que utilizan EV no pueden funcionar durante un turno completo, ya que después de aproximadamente dos recorridos por la rampa tienen que cambiar las baterías. Además, las baterías aumentan considerablemente el peso, lo que afecta a la capacidad de carga útil del vehículo y a su maniobrabilidad en el espacio reducido de una mina subterránea. La implementación de un sistema de EV requiere nuevas infraestructuras para respaldar la carga y el intercambio de baterías.

Los vehículos eléctricos ofrecen mejoras, pero lo que marcará la diferencia tanto en las operaciones como en el impacto medioambiental serán los avances concretos en la tecnología de baterías.

Matt Blattman comenta: “Hay ciertas aplicaciones que podrían tener sentido en la mina Lucky Friday, que es profunda y cálida, y una parte importante de ese calor procede de los equipos diésel. Un sistema de baterías es una gran idea porque podría reducir el calor. La implementación de baterías es un factor diferente al económico, ya que está motivada por la necesidad de reducir el calor y por los cambios en la infraestructura. El desafío es introducir la nueva tecnología en la mina: ¿cómo se puede desmontar una batería de litio, cortarla en piezas para bajarla por el pozo y volverla a montar? Las operaciones con EV son una gran idea, pero no creo que el concepto este lo suficientemente desarrollado como para que podamos aplicarlo en este momento”.



El gemelo digital o la inteligencia artificial permitirán un cambio hacia las operaciones mineras ágiles

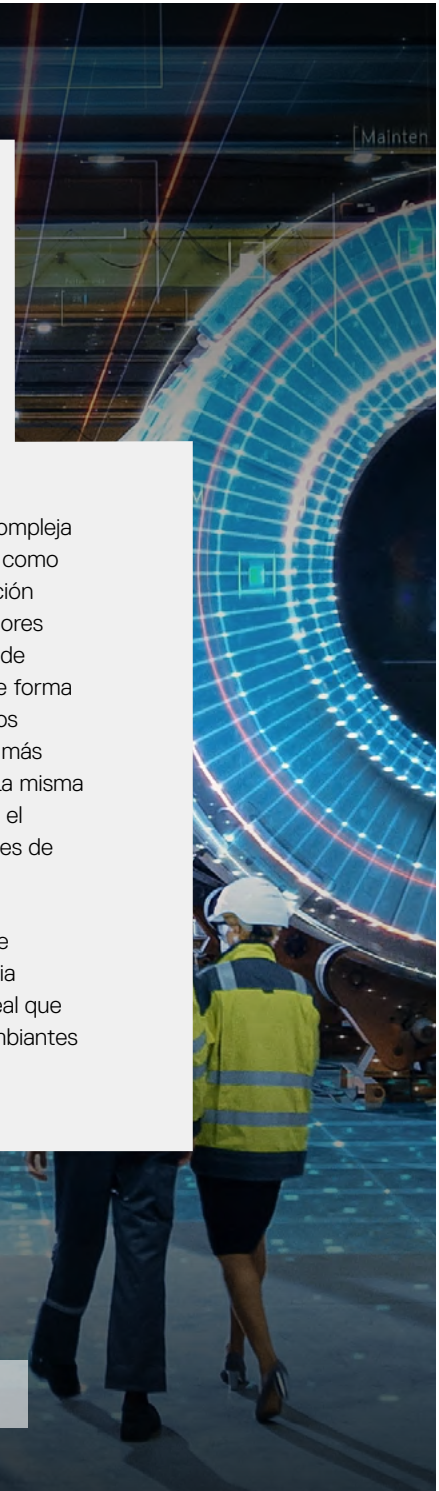
La tecnología de gemelos digitales también puede cambiar el funcionamiento de los sitios mineros de manera sustancial. Un gemelo digital es una réplica completa de un sistema del mundo real, un modelo de software en 3D en el que se pueden ver todos los aspectos del funcionamiento de una mina en tiempo real.

Los sistemas de inteligencia artificial personalizados que pueden ejecutar gemelos digitales y otros sistemas plantean un futuro prometedor. Estos modelos permitirán modelar y simular el comportamiento de complejos mineros completos.

Permitirán a los propietarios de minas optimizar las operaciones, predecir fallos y probar diferentes situaciones para mejorar la toma de decisiones, y aumentarán drásticamente la capacidad de diseñar nuevas minas, ya que, en lugar de tener uno o dos diseños potenciales, el sistema generará miles de opciones diferentes.

El desarrollo de diseños de minas subterráneas es una tarea compleja y lenta que requiere la consideración de múltiples parámetros, como los modelos de recursos, los métodos de explotación, la selección de equipos y los costos de capital y operación. Los programadores de software tienen una gran oportunidad de añadir funciones de inteligencia artificial que no solo permitirían generar diseños de forma más eficiente, sino crear y evaluar cientos o miles de escenarios con facilidad. Esto es clave para determinar el diseño de mina más eficiente y rentable para un yacimiento mineral determinado. La misma tecnología puede integrarse en el análisis de datos geológicos, el modelado de recursos, el análisis de estabilidad, las evaluaciones de impacto ambiental y la definición de objetivos de exploración.

Tradicionalmente, las empresas mineras operan con un ciclo de planificación anual, sin embargo, el nuevo híbrido de inteligencia artificial y gemelo digital ofrecerá actualizaciones en tiempo real que permitirán obtener una respuesta rápida a las condiciones cambiantes de las operaciones mineras.



Implementación de tecnologías nuevas

La industria minera debe decidir quién se encargará de cambiar su forma de trabajar. Los proveedores de servicios deben decidir cómo serán las nuevas herramientas, pero solo las empresas mineras comprenden realmente sus problemas operativos y tienen una visión clara de los riesgos que implican. La colaboración entre todas las partes implicadas es clave, y el uso de una plataforma abierta es una forma eficaz de recopilar y utilizar los datos.

Aunque el potencial de las tecnologías emergentes es enorme, el costo puede suponer un desafío en las inversiones. Muchos proveedores se incorporan al sector sin un producto específico y dedican muchos meses a desarrollar una solución a medida, con frecuencia a un costo elevado. El sector se beneficiaría si tuviera a su disposición productos disponibles que le permitieran aprovechar con rapidez las ventajas de las nuevas tecnologías.

Aprovechar las nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia, seguridad y productividad con criterios de inversión estrictos puede suponer un desafío.

La mentalidad de evitar riesgos en el sector y el empeño en obtener ROI pueden dificultar la inversión en nuevas tecnologías. Sin embargo, teniendo en cuenta que sectores cruciales de la industria son actualmente insostenibles, las empresas deberán adoptar nuevas prácticas e innovaciones que aumenten la sostenibilidad y mejoren el rendimiento.

Matt Blattman comenta lo siguiente: “Debemos examinar las oportunidades y decidir en qué podemos hacer una inversión con la mayor relación entre beneficio y riesgo. Debemos considerar si podemos desarrollar una prueba de concepto y luego disminuir los riesgos mientras avanzamos. Si uno se limita a esperar a que alguien lo solucione todo, eso nunca va a ocurrir; debemos buscar esas oportunidades. Tenemos que aprender de otros sectores en cuanto a nuestra disposición a invertir en investigación y desarrollo, y debemos considerar el gasto necesario como una inversión. Las empresas del sector que hagan esto son las que van a descubrir nuevas soluciones”.





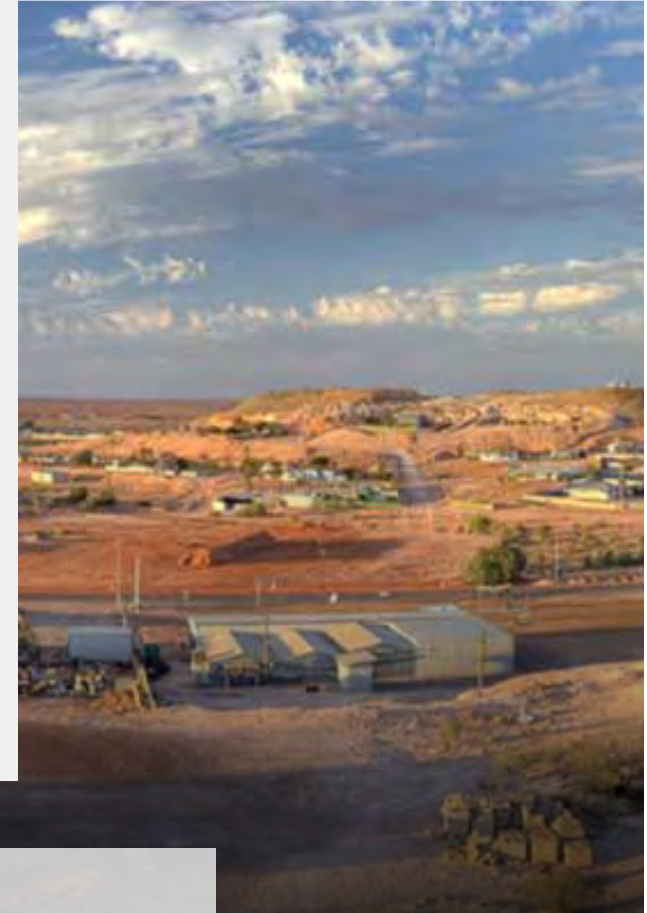
Conclusión

Las operaciones mineras se encuentran en uno de los puntos de inflexión más importantes de su historia. La demanda de metales y minerales de tierras raras exige una producción cada vez mayor, pero es necesario lograr un rendimiento superior de una manera sostenible que apoye los objetivos de cero emisiones netas.

Las tecnologías nuevas son fundamentales para que el sector mejore los estándares de rendimiento y seguridad y, al mismo tiempo, fomente la reducción a cero de las emisiones netas. Actualmente se observan grandes avances en el desarrollo tecnológico: La inteligencia artificial continúa avanzando de forma exponencial, y el uso de LiDAR se está extendiendo rápidamente con el sistema de escaneo que ahora se aplica a drones, vehículos de transporte y servicios técnicos en todo el sector. A esto contribuye la aplicación de la realidad aumentada y virtual, que impulsa mejoras sustanciales en el modelamiento 3D.

Sin embargo, es necesaria más colaboración en todo el sector y con los proveedores de servicios tecnológicos para crear las pruebas de concepto (proofs of concept, PoC) adecuadas e implantar nuevos sistemas que mejoren todos los aspectos de las operaciones mineras. Las tecnologías nuevas aprovecharán los datos, crearán los flujos de trabajo digitales y los modelos 3D que permitirán al sector operar de forma más eficiente, más segura y con menor impacto ambiental.

En este documento, los líderes más importantes del sector solicitan una mayor inversión en Investigación y Desarrollo para facilitar la innovación y la integración de la nueva ola tecnológica en las operaciones mineras. Para garantizar el funcionamiento sostenible y eficiente de las operaciones actuales y futuras, ha llegado el momento de ponerlas en práctica.



Cinco conclusiones clave para los ejecutivos de minería

1. Considerar las cero emisiones netas como un catalizador positivo para impulsar el cambio y mejorar el rendimiento a largo plazo.
2. Garantizar la inversión presentando las ventajas de seguridad y sostenibilidad de las tecnologías nuevas y emergentes.
3. Identificar pruebas de concepto específicas e implantar nuevas tecnologías mitigando el riesgo a medida que se avanza en cada PdC.
4. Considerar la posibilidad de recopilar datos, servicios y aplicaciones en un entorno abierto para permitir un mejor uso de los modelos geológicos.
5. Colaborar en todo el sector, compartir experiencias para impulsar el cambio.

Para obtener más información sobre la optimización de operaciones mineras, [comuníquese con nosotros](#).



