



ERICSSON

SEN: 32556

SEN: 126233

SEN: 89894

SEN: 87475

SEN: 88883

SEN: 46899



SEN: 3669



SEN: 832

SEN: 89744

Minería conectada

Guía para transformar la minería
inteligente a través de la tecnología
celular privada

En este informe

Este es un informe realizado conjuntamente por Ericsson, Komatsu, Epiroc y Arthur D. Little. Examina y cuantifica el valor potencial de las redes celulares privadas para la industria minera.

Introducción	3
El sector minero	4
Los desafíos de la minería	5
<hr/>	
Creando la Minería 4.0	8
Redes celulares privadas	10
<hr/>	
Casos de uso	13
Metodología	14
Vehículos autónomos	16
Monitoreo de condiciones en tiempo real	19
Perforación a control remoto	22
Inspección con drones no tripulados	24
Control de ventilación inteligente	26
<hr/>	
El modelo de negocio	28
La selección de los casos de uso	29
Combinación de los casos de uso	32
<hr/>	
Nota final	34

Los cimientos de productos cotidianos

La minería es uno de los elementos clave de la economía mundial. No solo se trata de satisfacer nuestra demanda de combustibles, sino que la minería se ha vuelto vital para satisfacer la demanda de todo tipo de productos.

Según Madison Margolin en *La tabla periódica de los elementos del iPhone*, un iPhone típico necesita 75 elementos para funcionar, que van desde el silicio en sus transistores, pasando por el litio en sus baterías, hasta los 18 elementos raros de la tierra, como el itrio en su pantalla.

La mayoría de estos 75 elementos se obtienen a través de la minería, una industria que cada año extrae más de 10,000 millones de toneladas de minerales raros, carbón, hierro y otros materiales en bruto.

A nivel mundial, la minería produce materiales con un valor de 1.5 billones de dólares, aproximadamente el 2% del producto interno bruto (PIB) mundial, según la publicación *World Mining Data 2020*.

Así que, con la demanda continua de esta base geológica de nuestros productos, no cabe duda de que el sector minero no solo está aquí para quedarse, sino que también está en constante crecimiento.



El sector minero

Llevando la minería al siguiente nivel

Históricamente, la industria minera ha sido bastante conservadora en cuanto a la adopción de nuevos métodos y tecnologías. Esto se debe tanto a la falta de incentivos económicos para invertir en nuevas tecnologías para lograr una mayor eficiencia operativa, como al fuerte marco regulatorio que rige sus operaciones.

Pero esta vital industria requiere una gran cantidad de recursos y de equipos para funcionar. Las empresas de los dos tipos principales de minería, de superficie y subterránea, tienen grandes motivos para monitorear las condiciones tanto del personal como del equipo, y han comenzado a asociarse con los fabricantes de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés) para implementar casos de uso conectados.

Sin embargo, resolver nuevos desafíos requiere de nuevos enfoques. Específicamente, las organizaciones mineras necesitan monitorear y automatizar los activos fijos pesados; conectar operaciones dispersas, diversas y muy remotas; y empoderar y proteger a sus trabajadores.

Actualmente, la automatización de la minería está aumentando rápidamente. Y según Mordor Intelligence, se prevé que el mercado de la minería inteligente se triplicará para 2025, y se espera que el 25% de las minas hayan adoptado operaciones autónomas para entonces.

Los casos de uso presentados aquí son los cimientos de la 'Minería inteligente.' Por minería inteligente nos referimos a aquella en la que el uso de información, datos, máquinas autónomas y tecnologías avanzadas permiten una mayor productividad, mejor seguridad y una reducción en costos operativos durante la extracción y el procesamiento.

Los desafíos de la minería

Evitando las caídas

Las organizaciones mineras se enfrentan constantemente a consideraciones sobre cómo las operaciones afectan al medio ambiente, a las comunidades aledañas y a la salud de sus trabajadores.

Las partes interesadas, como accionistas, empleados, inversionistas, organismos gubernamentales y la opinión pública, ejercen una presión cada vez mayor sobre la industria minera para mejorar la productividad, la seguridad, reducir el impacto ambiental y actualizar las minas para que estar más en sintonía con nuestra era digital.

A continuación, exponemos algunos de los desafíos que la minería debe superar conforme avanza hacia un mundo más conectado.

X: 385000 Y: 385000
Z: 985000 XZ: 985000



Los desafíos de la minería

Cuatro desafíos que enfrenta la industria minera



Crear un espacio más seguro

Con frecuencia la minería implica exponer a los trabajadores a entornos potencialmente peligrosos, por ello, la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos la clasifica entre las 10 profesiones más peligrosas.

Afortunadamente, las normas de seguridad reforzadas, junto con la orientación de la industria hacia la seguridad, han reducido la tasa de mortalidad anual en la industria minera del carbón de los Estados Unidos en un 90% en las últimas cuatro décadas, según datos del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos.

Estas mejoras en la seguridad no han afectado la productividad, de hecho, la productividad ha aumentado, resultando en minería más segura y rentable.

Aunque sigue siendo peligrosa, la minería inteligente tiene el potencial de salvar vidas. De acuerdo con un informe de Accenture y el Foro Económico Mundial, se pueden prevenir hasta 1,000 muertes y 44,000 lesiones durante la próxima década. Esto significaría una reducción de 10% en muertes, y 20% en lesiones.



Sustentabilidad a través de la conectividad

Otro gran desafío para los directores ejecutivos de las empresas mineras es conservar sus licencias de operación. Esto depende de su capacidad para contener y reducir el importante impacto ambiental y social de la minería.

Ahora bien, durante el último siglo, el historial de seguridad y protección del medio ambiente de la industria ha mejorado gracias a una mayor adopción de la tecnología.

Trabajadores conectados, modelos ambientales y operaciones autónomas permiten a los operadores mineros monitorear las minas y detectar situaciones potencialmente peligrosas de manera anticipada para poder atenderlas antes de que alguien resulte herido.

Al automatizar sus operaciones, las empresas mineras pueden aumentar la sustentabilidad al reducir el consumo de combustible y sus emisiones de CO2.



Evitar ataques cibernéticos

La transformación digital continúa siendo uno de los principales objetivos del sector. Esto implica la recolección y el análisis de grandes cantidades de información (Big data), ya que las operaciones basadas en datos optimizarán de mejor manera sus activos, mejorarán las ganancias y permitirán una gestión de escenarios a un plazo más largo.

Pero a medida que sus operaciones se digitalizan, los equipos de gestión minera saben que también deben reforzar su ciberseguridad, ya que los ataques son cada vez más frecuentes.

Por ejemplo, en el 2017, el 54% de las empresas mineras reportaron un incidente serio de ciberseguridad, según la Encuesta de Seguridad de Información Global EY 2018-19. Estos ataques frecuentes demuestran la necesidad de contar con la red más segura para proteger los datos sensibles de las empresas mineras.



Los clientes son la nueva competencia

Las empresas mineras también se enfrentan a otro problema, al tener que competir con sus propios clientes en la industria de la tecnología.

Estas grandes empresas tienen ya un buen conocimiento del uso de datos y tecnologías inteligentes para lograr sus objetivos, y algunas han comenzado sus propias operaciones mineras para encontrar nuevas formas de obtener sus materiales.

Por ejemplo, con el fin de reducir los costos de adquisición, Tesla tiene planeado incursionar en la minería para extraer su propio litio para las baterías de sus vehículos. Al ser un componente clave de las baterías, se espera que tan solo la demanda de litio se triplique para el año 2025, según la Proyección Mundial de la Demanda Total de Litio 2018-2025 de Melissa Garside.

“La minería inteligente tiene el potencial de salvar hasta 1,000 vidas y prevenir 44,000 lesiones durante la próxima década”.

Creando la Minería 4.0

Forjando la Minería 4.0

La minería solo se adaptará a nuestra nueva era digital cuando haya innovado la forma en que se extraen, transportan y procesan los materiales.

Por ejemplo, las operaciones autónomas y remotas en las que intervienen los vehículos de transporte, de carga y descarga, y equipos de perforación no solo mejoran la eficiencia, sino que también mantienen a los seres humanos fuera de peligro.

Con el tiempo, la gestión minera puede optimizar aún más las operaciones al recopilar y analizar datos precisos sobre la ubicación y el rendimiento de vehículos, equipo y personal. Además, se pueden recopilar datos sobre la ubicación y el grado del material extraído, revelando el número de toneladas y el nivel de residuos dentro de la cadena de valor.

Aún estamos en el principio de la adopción de tecnologías mineras inteligentes, pero ya hay una amplia gama de sistemas y productos disponibles que proporcionan ahorros significativos, mayor eficiencia y mejoras en la seguridad. Y estas tecnologías pueden producir beneficios tangibles para los inversores, empleados y otras partes interesadas.

Pero una cosa que sí sabemos con certeza: las minas del futuro se construirán sobre conectividad.

X: 123456 Y: 890123
Z: 987654 W: 543210



ID: P4899

ID: P153

Creando la Minería 4.0

Echar a andar las ruedas

Es importante recordar que las minas no pueden permitirse el lujo de detener operaciones durante largos períodos de tiempo mientras se realiza la implementación. En cambio, ésta debe llevarse a cabo sin perturbar significativamente la productividad general de la mina. Y si las tecnologías y procesos tradicionales no pueden funcionar en conjunto con las capacidades de la minería inteligente, la compañía minera verá menos beneficios.

Naturalmente, estos casos de uso se pueden desplegar con mayor facilidad al invertir en nuevas instalaciones o al modernizar con el tiempo la actual flota de vehículos, actualizándolos o sustituyéndolos por máquinas autónomas.



Niveles de oportunidad

La oportunidad de actualización es mayor para la minería de superficie que para la subterránea.

En primer lugar, los vehículos de superficie suelen permanecer en funcionamiento más tiempo que sus contrapartes subterráneas, lo que permite a los operadores de superficie instalar sensores y equipos de conectividad en su flota actual con la expectativa de que continuarán viendo los beneficios de dichas actualizaciones durante un tiempo considerable. Los vehículos de superficie también tienen acceso a más interfaces que sus homólogos subterráneos, como la del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para datos de localización. Los vehículos subterráneos dependen de sistemas más avanzados para el rastreo de su ubicación, lo que a su vez requiere una inversión en infraestructura significativamente mayor que la simple instalación de un rastreador GPS.

Redes celulares privadas

Los cimientos de la minería inteligente

Las redes celulares privadas son la fuerza de conexión que está ayudando a forjar las minas inteligentes del futuro.

La tecnología celular hace el trabajo pesado

No importa qué tecnologías se desplieguen, la minería inteligente depende de una base sólida de conectividad inalámbrica. Y esa base es la tecnología celular.

Cualquier infraestructura de red que desplieguen las organizaciones mineras debe ser capaz de manejar las grandes cantidades de datos que generarán los vehículos, el equipo y los trabajadores. Por ejemplo, los sistemas de perforación controlados a distancia y los vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) producen una fuente de vídeo en vivo que debe transmitirse a un sistema de operaciones a distancia. Para funcionar correctamente, éste necesita un amplio ancho de banda y una conexión altamente confiable.

Los servicios de comunicación para voz y datos son fundamentales para las operaciones mineras a fin de evitar lesiones y pérdidas de vidas, así como para reducir al mínimo los impactos económicos, especialmente durante situaciones de emergencia.

Las redes celulares privadas preparadas para 5G están perfectamente posicionadas para cumplir con todos estos requisitos.



Lo que ofrecen las redes privadas

Como demostraremos, una red celular privada preparada para 5G proporciona el nivel máximo de conectividad necesaria para hacer posible la minería inteligente.

Mientras que muchas redes celulares privadas son 4G LTE con capacidades listas para 5G, las redes celulares privadas preparadas para 5G jugarán un papel crítico en la habilitación de la minería inteligente gracias a una conectividad de alta velocidad, con baja latencia y de un alto desempeño en entornos de alta densidad de dispositivos.

Reducirán la latencia de ida y vuelta en un 95%, proporcionando la alta velocidad de subida requerida para los casos de uso en minas inteligentes. Esto permitirá imágenes con una resolución de 8K, capitalizando algoritmos de codificación de imágenes extremadamente eficientes.

También están altamente optimizadas para el Internet de las Cosas (IoT), proporcionando un bajo consumo de energía, seguridad reforzada y soporte para una alta densidad de dispositivos. A diferencia de las redes antiguas, las redes celulares privadas preparadas para 5G proporcionan una solución completa para los espectros con licencia y sin licencia, además de una conectividad integral celular vehículo a todo (c-v2x).

Esta combinación de alto volumen de datos y baja latencia puede crear la ventaja comercial necesaria para superar a la competencia.



¿Qué es una red privada?

- Una red celular en las instalaciones, desplegada para uso exclusivo de una organización.
- En minería, esto comúnmente incluye instalaciones en áreas muy remotas, y túneles subterráneos, los cuales normalmente no se encuentran dentro del rango celular público.
- La mayoría de las redes celulares privadas hoy en día son redes 4G LTE con capacidades listas para 5G. Se espera que las redes privadas basadas en tecnología celular 5G estén ampliamente disponibles durante 2021.

Casos de uso

Nuestros cinco casos de uso de la minería inteligente

A continuación, se presentan cinco casos de uso que nuestra investigación, en asociación con Komatsu y Epiroc, ha identificado como las aplicaciones con mayores beneficios a corto plazo para las tecnologías de minería inteligente.

En cada caso, identificamos cómo beneficiaría a las minas de referencia que describiremos en la siguiente página. Los cinco que hemos elegido son:

1. Vehículos autónomos
2. Monitoreo de condiciones en tiempo real
3. Equipos de perforación a control remoto
4. Inspección con drones no tripulados
5. Control inteligente de la ventilación



Metodología

Desde 2017, Ericsson, en colaboración con Arthur D. Little, ha publicado una serie de estudios que examinan el valor que la conectividad celular y 5G puede generar para las industrias.

En este estudio, hemos ampliado la colaboración para incluir a los líderes de la industria Komatsu y Epiroc, con el objetivo de seguir materializando el conocimiento sobre la minería inteligente. Este estudio conjunto de 2020 se basa en un análisis ascendente y profundo de cinco casos de uso de alto valor que abordan los retos más urgentes de la industria minera.

Para medir el valor económico, social y ambiental neto, definimos dos minas de referencia; una mina de superficie y una subterránea, basándonos en los KPI concretos de minas reales, y luego analizamos de forma ascendente el valor incremental creado por cada caso de uso habilitado por la conectividad celular, desde el despliegue hasta el estado operativo estable*.

El análisis y los valores obtenidos fueron validados minuciosamente por Komatsu, Epiroc y otros expertos. El valor incremental de cada caso de uso se suma a un beneficio total para:

- **Mina de superficie:** Una mina de oro en Argentina con 25 millones de toneladas de producción anual, ingresos de 530 millones de dólares y ganancias brutas de 170 millones de dólares.
- **Mina subterránea:** Una mina de oro en Brasil con 2 millones de toneladas de producción anual, ingresos de 195 millones de dólares y ganancias brutas de 85 millones de dólares.

Estas minas de referencia son lo suficientemente grandes como para mostrar los efectos de todos los casos de uso, a fin de proporcionar simulaciones a detalle de las principales métricas de minería.

* El valor neto en estado estable es una combinación de los términos "estado estable" y "valor neto". Estado estable significa que el caso de uso está completamente desplegado, por lo que todos los beneficios se han activado y solo los costos operacionales están activos (sin inversiones CAPEX adicionales). Valor neto es el valor después de restar todos los costos del valor de los beneficios, es decir, los verdaderos "ahorros".

Casos de uso

Acerca de Komatsu

Con sede en Tokio, Japón, Komatsu es un fabricante mundial de equipo pesado para las industrias de la construcción, la minería, la silvicultura y de montacargas.

Para la industria minera, Komatsu ofrece equipos, sistemas y soluciones esenciales que se utilizan por empresas de todo el mundo para extraer minerales fundamentales para el desarrollo de la infraestructura, la tecnología y los productos de consumo modernos.

Las marcas de Komatsu incluyen Modular Mining, P&H, Joy y Montabert, todas ellas proveedoras de equipos y servicios para la minería e industrias afines.

Acerca de Epiroc

Con sede en Estocolmo, Suecia, Epiroc es un socio de productividad global para las industrias de la minería y la infraestructura.

Con tecnología de vanguardia, Epiroc desarrolla y produce equipos y herramientas de perforación, excavación de rocas y construcción innovadores, seguros y sustentables.

La empresa también ofrece servicios de primera clase y soluciones que permiten la automatización y la interoperabilidad.





Vehículos autónomos

Aumentando la eficiencia

Minas más seguras y productivas con vehículos autónomos

"Debido a la limitada visibilidad del conductor, los accidentes de transporte representan hasta el 25% de todas las muertes en la minería".

El camino hacia un mejor transporte

Si bien se han adoptado costosas precauciones de seguridad en las minas industriales, el proceso de transporte de los minerales desde la mina hasta los depósitos adyacentes, y luego hasta la planta de procesamiento sigue representando importantes riesgos para los trabajadores.

Los vehículos que se utilizan para el transporte son grandes y a menudo tienen una visibilidad limitada. Así que no sorprende que los accidentes de transporte representen hasta el 25% de todas las muertes en la minería, según la Administración de Seguridad y Salud en las Minas del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos.

En las minas subterráneas, las operaciones de carga, transporte y descarga (LHD) representan el 8% de todas las lesiones, siendo el conductor del vehículo el más afectado, según Robin Burgess-Limerick en *The Ergonomics Open Journal*. El transporte es también un gran generador de costos para las minas. Según *Boliden's Mine Cost Drivers, 2008*, en una mina típica a cielo abierto, alrededor del 30% del costo de la minería puede atribuirse al transporte.

La automatización llegó para quedarse

Hoy en día, los sistemas de transporte autónomos ofrecen altos niveles de automatización, con todas las funciones centrales controladas de forma autónoma. Los camiones emplean sensores y backhauls a bordo, así como dispositivos de cómputo locales para la computación de borde y el control final del vehículo.

Los vehículos autónomos pueden mejorar significativamente la eficiencia y seguridad de una mina. La introducción del transporte autónomo no solo aportaría beneficios en la seguridad, sino que también tendría un resultados finales claros y positivos.

Desde 2020, hay camiones autónomos en funcionamiento tan solo en un número relativamente pequeño de sitios de minería de superficie. La oportunidad de ampliar los sistemas de transporte autónomo dentro de la industria es, por lo tanto, muy grande.

"Rio Tinto vio un aumento del 34% en productividad al utilizar el Sistema de Transporte Autónomo de Komatsu".



La automatización hace avanzar a Rio Tinto

El transporte autónomo representa una mejora innovadora de la productividad en la minería. Así lo muestra el ejemplo de Río Tinto, una de las mayores operaciones mineras y de metales del mundo.

Según Sam Francis en Robótica y Automatización, la compañía vio un aumento del 34% en su productividad al usar el Sistema de Transporte Autónomo FrontRunner de Komatsu. El manejo de los camiones mejoró significativamente y, en promedio, los costos de mantenimiento se redujeron en un 13% por hora de operación. Además, el consumo de combustible también disminuyó.

El transporte ha avanzado un largo camino

El transporte autónomo ha logrado grandes avances desde que se introdujo por primera vez en 2008. Inicialmente, los transportes contaban con una automatización parcial de asistencia, en la que algunas decisiones operativas se daban en forma automática, mientras que el operador recibía retroalimentación para mejorar la eficiencia en la ejecución de las tareas.

Estas aplicaciones aprovechaban los sistemas de gestión de flotillas y la orientación de los GNSS (como el GPS). Lo que le siguió fue la automatización de las funciones básicas, en las que el operador solo tiene que intervenir cuando es necesario o en el caso de funciones complejas.

La conectividad es la fuerza impulsora

Una red de comunicaciones robusta es un elemento clave para el sistema. Las redes celulares privadas preparadas para 5G ofrecen una red de comunicaciones con alta resiliencia, disponibilidad y baja latencia para proporcionar la cobertura, capacidad, y respuesta requeridas.

Además, estas redes pueden combinar espectros con licencia y sin licencia, lo que significa que los camiones pueden tener un backhaul para todas sus necesidades de comunicación. Adicional al menor número de nodos necesarios para 5G, las minas tienen menos equipo de campo que mantener en la mayoría de los casos.

El transporte autónomo en sí mismo no requiere mucho ancho de banda, aunque sí requiere una conectividad estable. Sin embargo, en una aplicación subterránea, con LHD autónomo, los requisitos de ancho de banda son significativamente mayores debido a la transmisión de video. En una aplicación subterránea, la capacidad de enlace de la red debe permitir un mínimo de 16 Mbps.

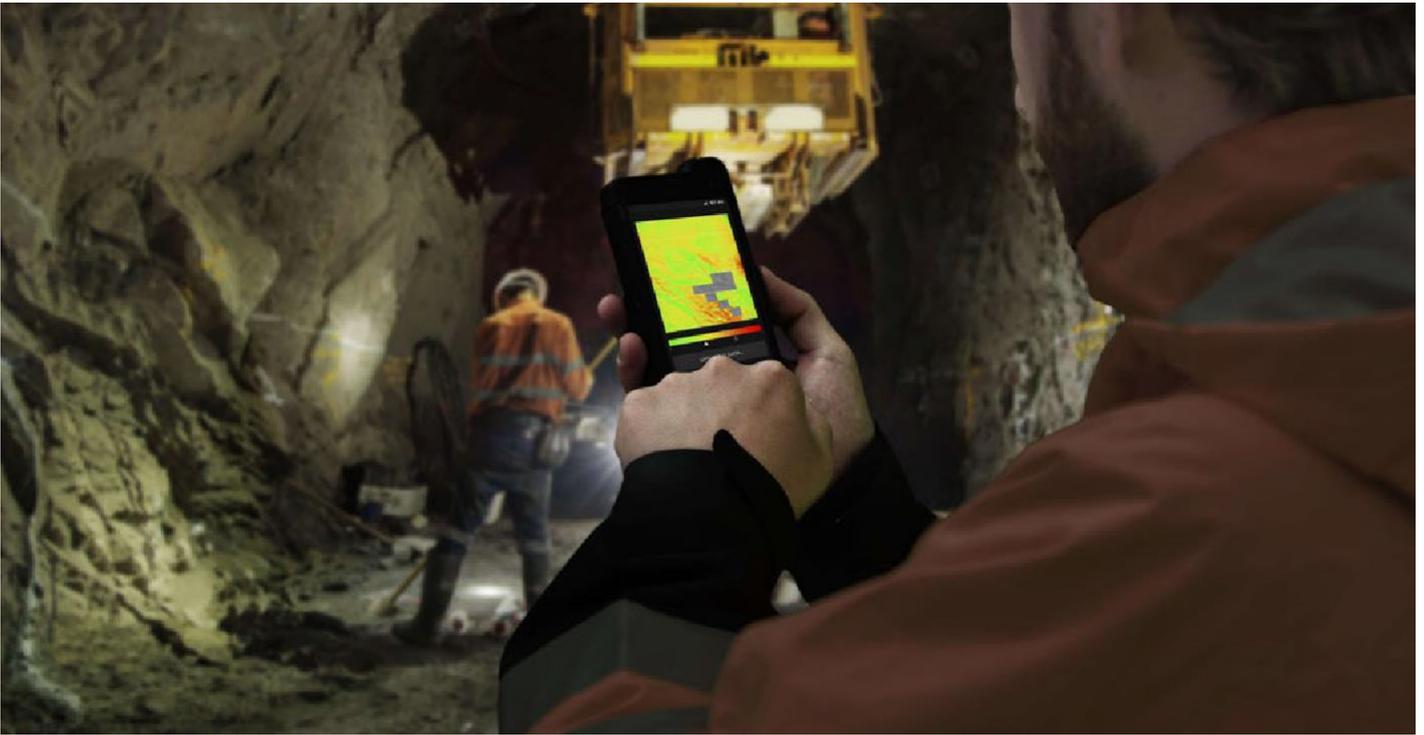
A medida que la tecnología evoluciona, es claro el camino hacia la automatización total. La automatización total pondrá todas las funciones bajo el control automático, incluyendo la ejecución del plan integral de la mina.

Un mejor viaje financiero

Los vehículos autónomos proporcionan claros beneficios triples con resultados para la seguridad de los trabajadores, el medio ambiente y la economía general de la mina.

El beneficio financiero de nuestra mina de superficie de referencia alcanza alrededor del 1.6% de los ingresos como valor neto en estado estable anual. El retorno de la inversión al año 10 es del 72%. La recuperación sucede en menos de siete años.

Los ingresos y los beneficios ROI provienen de:	
Reducción del costo de depreciación	44%
Reducción de costos de mantenimiento	35%
Reducción del costo del combustible	21%



Monitoreo de condiciones en tiempo real

Predeciblemente eficiente

Mejor funcionamiento de la maquinaria con monitoreo de condiciones en tiempo real

"Al pasar del mantenimiento reactivo al proactivo, el mantenimiento no planificado puede reducirse en un 25%".

Se necesita una máquina bien engrasada

Las minas son entornos difíciles en los que el uso de la maquinaria tiene un impacto significativo tanto en la vida útil de los componentes como en la seguridad del operador. Según un análisis de accidentes mortales relacionados con maquinaria en las operaciones mineras de los Estados Unidos: 1995–2005, hasta el 90% de los accidentes mineros fatales están relacionados con el equipo, y el mantenimiento representa el 41% de los costos de equipo de una mina.

Sin embargo, el 70% de las fallas de funcionamiento específicas de las máquinas pueden prevenirse recopilando y analizando sus datos, dice Stephan Romeder en su artículo "Cómo el mantenimiento predictivo impulsará a la fábrica del futuro".

Para dar un mantenimiento de equipo completo y económico, los planes deben adaptarse a las máquinas individualmente. Cuando el mantenimiento se realiza solo cuando es necesario y ordenan e instalan automáticamente las nuevas piezas, las empresas mineras no solo pueden garantizar que sus activos estén siempre en buen estado, sino también pueden reducir significativamente los costos de mantenimiento.



"Los operadores de las minas pueden ver una reducción promedio del 20% en los costos de mantenimiento del equipo bajo el monitoreo de sus condiciones en tiempo real".

Beneficios reales en tiempo real

El monitoreo de las condiciones en tiempo real optimiza el tiempo de actividad y mejora la seguridad de la mina. Al pasar de un enfoque de mantenimiento reactivo a un enfoque de mantenimiento proactivo, el mantenimiento no planeado puede reducirse en un 25%, según el Seminario web de Gestión de Mantenimiento de Modular Mining. Esto reduce el costo total de mantenimiento y les permite a los operadores de minas utilizar reservas más pequeñas en términos de equipo, lo cual reduce los gastos generales de capital.

En el mismo seminario web, se mencionó que, al centrarse en la eliminación de defectos en equipos específicos, en lugar de seguir un plan de mantenimiento único, los operadores de minas pueden aumentar 150% el tiempo promedio entre fallas en los equipos.

Dada la amplia gama de beneficios del monitoreo de condiciones en tiempo real, los operadores de minas pueden obtener un promedio de 20% en reducción de costos de mantenimiento de dicho equipo, y, en nuestra simulación, 80% del equipo es elegible para el monitoreo de condiciones en tiempo real.

Extraer datos alimenta la eficiencia

Los sistemas de gestión de equipos mineros existen desde hace décadas. Hoy en día, el monitoreo en tiempo real de los procesos de salud y mantenimiento permite a los operadores de minas practicar un mantenimiento proactivo, que optimiza el tiempo de funcionamiento del equipo al reducir en gran medida el tiempo requerido para localizar y reparar los activos.

Estas capacidades ayudan a las minas a tomar decisiones informadas sobre los programas óptimos de mantenimiento.

Los sitios de minería primero recopilan datos de los equipos mineros a bordo a través de los sistemas de OEM o de terceros. Estos datos se recopilan en una computadora a bordo, y posteriormente se envían a través de una red inalámbrica a un entorno central de cómputo en la nube, donde pueden analizarse para proporcionar visualizaciones e información.

Este acervo de *big data* sobre las condiciones de las máquinas permite a los operadores no solo entender el estado histórico y actual de los equipos, sino también predecir su estado futuro.

Disponer de más datos para una mayor seguridad

Si bien la gestión del mantenimiento de la minería puede funcionar en un entorno de ancho de banda limitado, las redes celulares privadas preparadas para 5G pueden ampliar el volumen de datos, los indicadores captados y el número de equipos y máquinas que la solución puede monitorear. Con un mayor ancho de banda, se pueden capturar más indicadores.

Esto incluye indicadores que pueden ser indirectos al perfil de mantenimiento del equipo, como los cambios de temperatura.

Además, con un mayor ancho de banda, los indicadores se pueden capturar con una mayor resolución, recopilando y transmitiendo los datos con mayor frecuencia. Hay una gran diferencia entre capturar y transmitir datos por un segundo de cada minuto y hacerlo a cada segundo. La captura continua de datos aumenta la densidad de la información en un factor de 60.

En mejores condiciones financieras

El monitoreo de las condiciones en tiempo real no solo mantiene su equipo en buen estado. También proporciona beneficios claros para la economía general de la mina, así como para la seguridad de los trabajadores.

El beneficio financiero de nuestra mina de referencia alcanza alrededor del 1% de los ingresos como valor neto en estado estable anual. El retorno de inversión al quinto año es del 288%. La recuperación se alcanza en menos de dos años.

Los ingresos y los beneficios ROI provienen de:	
Costos reducidos de mantenimiento de minería	75%
Costos reducidos de mantenimiento de procesamiento	25%

"Hay una gran diferencia entre capturar y transmitir datos un por un segundo de cada minuto y hacerlo a cada segundo. La captura continua de datos aumenta la densidad de la información en un factor de 60".



Perforación a control remoto

El as bajo la manga

Aumentar la productividad a través de la perforación a control remoto

"La perforación a control remoto es más rápida que la perforación manual, lo que aumenta la productividad en un 60%".

Los peligros de la perforación

La perforación es parte integral tanto de las minas de superficie como de las subterráneas, representando 5% de los costos de la minería de una mina de superficie típica.

Pero la perforación, especialmente la subterránea, crea riesgos significativos para la seguridad de los trabajadores, el medio ambiente y la economía de la mina.

Los operadores pueden hacer que la perforación sea más precisa, exacta y rentable al permitir la operación y automatización a distancia de la maquinaria de perforación.

Abriendo nuevos caminos

El caso de la perforación automatizada es muy convincente. La introducción de control remoto y semiautonomía en perforación genera un aumento del 75% en la utilización, según el artículo de Epiroc Aitik: *Strides to full automation*.

En este escenario, el operador inicia el proceso, pero la máquina perforadora se mueve de forma autónoma entre los agujeros de perforación.

Según *Technology at Work* de la Universidad de Oxford, la perforación por control remoto es también más rápida que la manual, por lo que puede aumentar su productividad en un impresionante 60%.

Obteniendo ganancias en Rusia

Por ejemplo, la sucursal de Apatit JSC, en Kirovsk, es una instalación de círculo cerrado en Rusia que extrae roca fosfórica de uno de los mayores depósitos del mundo, con operaciones que van desde la extracción de mineral hasta la producción de concentrado de fosfato, una materia prima que se utiliza para los fertilizantes de fosfato mineral.

En 2018, Apatit instaló las soluciones de perforación a distancia de Epiroc en tres equipos de perforación de producción, así como sistemas telemáticos para el control y la supervisión a distancia de las unidades de perforación en la sucursal de Kirovsk. Durante el proyecto piloto, se colocó sobre la superficie una estación de control de equipo especial.

Como resultado, la operación pudo reducir significativamente los riesgos de los operadores a través de la automatización de la perforación subterránea, aumentando también la producción de las máquinas de perforación en un 20%. La utilización de una máquina aumentó al 95%.

Los perforadores potentes necesitan conexiones potentes

Para lograr estos beneficios, la perforación a distancia requiere múltiples conexiones en el mismo vehículo, un gran ancho de banda para la transmisión de vídeo y una conexión confiable para la calidad del servicio.

Lo que hace que una red celular privada preparada para 5G sea una solución de conectividad ideal para permitir la perforación a distancia es su capacidad de trabajar en espectros con y sin licencias, así como su alta velocidad de subida y su muy baja latencia

"Después de instalar las soluciones de perforación a distancia de Epiroc en tres equipos de perforación, Apatit aumentó la producción de las máquinas de perforación en un 20%".

El control remoto aumenta el ROI

La perforación a control remoto proporciona claros beneficios para la seguridad de los trabajadores, el medio ambiente y la economía general de la mina.

El beneficio financiero de nuestra mina subterránea de referencia alcanza alrededor del 0.6% de los ingresos como valor neto en estado estable anual. El retorno de la inversión al año 10 es del 200%. La recuperación se da en menos de cuatro años.

Los ingresos y los beneficios ROI provienen de:	
Costos reducidos de depreciación	75%
Costos reducidos de mantenimiento	25%



“Cuando los drones no tripulados inspeccionan áreas después de las explosiones que aún no se consideran seguras para los trabajadores, pueden reducirse los costos de tiempo de inactividad en un 51%”.

Inspección con drones no tripulados

Volando sobre el peligro

Poner en marcha las operaciones

Gigantes mineros como Rio Tinto, BHP, y Anglo American han estado probando drones al menos desde 2016. Estos drones pueden monitorear, inspeccionar y trazar mapas de lugares subterráneos que son potencialmente peligrosos para los trabajadores.

Además, los drones pueden inspeccionar las minas agotadas mucho más rápido, y gracias a los modelados más precisos que los drones producen, los operadores pueden hacer planes más precisos y rentables que necesitan menos material de relleno.

Un dron activo reduce el tiempo de inactividad

Después de las explosiones en las minas subterráneas, se deben establecer nuevas rutas para los vehículos. Comúnmente, esto ocurre aproximadamente una vez al día y genera un tiempo de inactividad importante, de alrededor de una hora.

Con los drones no tripulados inspeccionando áreas que aún no se consideran seguras para los trabajadores, este tiempo de inactividad se puede reducir en un 7%, según la estimación de un experto en una entrevista de Arthur D. Little y Epiroc del 2020.

Los drones requieren una muy alta conectividad

El uso de drones para la inspección y el mapeo de minas requiere una robusta red de comunicaciones inalámbricas, ya que cuando los drones transmiten video en vivo, consumen un ancho de banda considerable.

Para asegurar un control preciso del dron en vuelo, la conectividad debe cumplir los requisitos de baja latencia y alta fiabilidad necesarios para transmitir Video en 4K.

Elevando su ROI

Invertir en inspecciones de drones no tripulados le llevará a una mejor dirección financiera. El beneficio para nuestra mina subterránea de referencia alcanza alrededor del 0.3% de los ingresos como valor neto en estado estable anual. El retorno de la inversión al quinto año es del 153%. La recuperación se da antes de tres años.

Los ingresos y los beneficios ROI provienen de:	
Reducción de los costos de inactividad después de las explosiones	51%
Reducción del costo de relleno	28%
Reducción del costo de la inspección de escalones	21%

"Los drones pueden inspeccionar las minas agotadas mucho más rápidamente, y hacer planes más precisos y rentables que requieren menos material de relleno".



Control inteligente de la ventilación

Respire tranquilo con una ventilación inteligente

"Una ventilación inteligente puede reducir los costos de ventilación subterránea hasta en un 60%".

La ventilación es vital

La ventilación es la base del control climático y el método principal para diluir sustancias peligrosas en una mina subterránea.

Esto hace que la ventilación sea primordial ya que es un gran generador de costos para las minas subterráneas. Puede representar hasta el 50% de su costo de energía y alrededor del 15% del costo total de la mina, según Leandro de Vilhena Costa y José Margarida da Silva en REM: Revista Internacional de Ingeniería.

La eficiencia futura de una mina puede vivir o morir con una ventilación subterránea efectiva, y un aire más limpio creará un camino más claro hacia la productividad.

Aire puro, beneficios puros

La ventilación inteligente tiene el potencial de aumentar la eficiencia futura, con la automatización proporcionando numerosos beneficios. Crea un ambiente más seguro, optimiza la calidad del aire a través del uso de sensores, resultando también en una reducción general de los costos de ventilación.

"Al automatizar el control y la supervisión de los ventiladores, las persianas y las puertas de ventilación, los costos de energía se pueden reducir en un 20% adicional".



Un sistema de ventilación eficaz y eficiente puede ayudar a reducir el tiempo de inactividad en una mina al ventilar más rápidamente los gases ocasionados por explosión. La ventilación automática bajo demanda puede reducir 30% los costos de ventilación de una mina subterránea, según ABB Smart Ventilation 2015.

Al automatizar el control y el monitoreo de los ventiladores, de las persianas (persianas y postigos) y de las puertas de ventilación, los costos de energía pueden reducirse en un 20% adicional. El monitoreo en tiempo real hace que la ventilación sea más eficiente, reduciendo los costos en otro 10%. En total, la ventilación inteligente puede reducir los costos de ventilación subterránea hasta en 60%.

La ventilación inteligente necesita dedicación

La ventilación inteligente requiere una conexión confiable y segura con un ancho de banda suficientemente alto y una latencia suficientemente baja para permitir la transmisión de datos en tiempo real.

Una red celular privada preparada para 5G provee la baja latencia, alta confiabilidad y fuerte seguridad convirtiéndola en un habilitador clave de este tipo de uso. Proporciona la funcionalidad de red segura que puede llegar a las profundidades de cualquier mina.

Además, se optimiza el uso de la energía en una configuración 5G, lo que permite que las compañías mineras monitoreen partes remotas y pasivas de la mina.

Aire inteligente, inversión inteligente

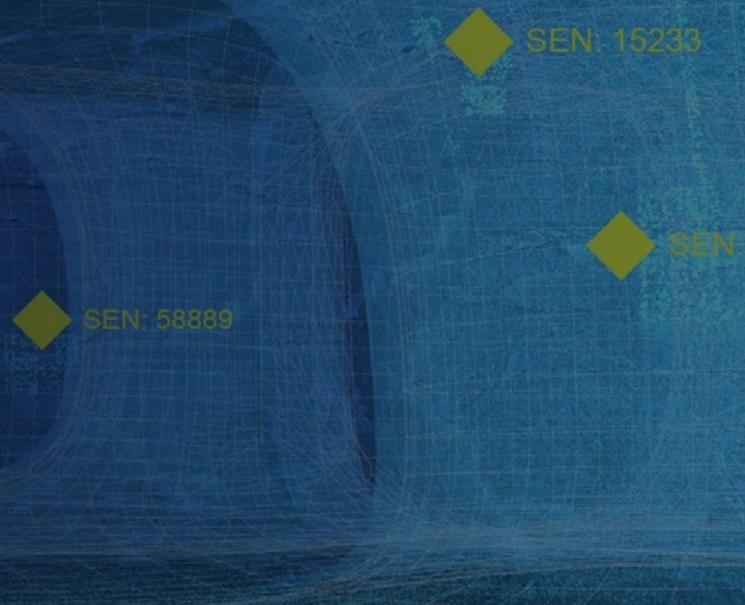
La ventilación inteligente también le permite respirar con facilidad cuando se trata de invertir en ella. Proporciona beneficios claros para la seguridad de los trabajadores, el uso de la energía y la economía general de la mina.

El beneficio financiero de nuestra mina de referencia alcanza alrededor del 1.9% de los ingresos como valor neto en estado estable anual. El retorno de la inversión al quinto año es del 40%, basado por completo en la reducción de los costos de ventilación. El tiempo de recuperación es menor a 4 años.

El modelo de negocio

Ganando terreno en cualquier mina

Estos cinco casos de uso de minería inteligente presentan un convincente argumento comercial para su adopción. Permitirán a su compañía ser más ágil, avanzar en sus operaciones y desbloquear nuevos niveles de inteligencia. Todo esto conducirá a un mayor beneficio, tanto para las minas de superficie como para las subterráneas.



De superficie

En la mina de superficie, los vehículos autónomos, el monitoreo de las condiciones en tiempo real y las plataformas de perforación a control remoto mejoran la eficiencia, la productividad, la seguridad y el impacto ambiental.

Cuando los tres casos de uso se despliegan juntos y se aplican a nuestra mina de referencia, su valor neto anual combinado en estado estable alcanza 15 millones de dólares, lo que representa el 2.9% de los ingresos de la mina.

Eso significa que proporcionarán un retorno ROI combinado del 207% para al año 10, con un costo total de 40 millones de dólares.

Subterránea

Las minas subterráneas también pueden beneficiarse de vehículos autónomos, del monitoreo de las condiciones en tiempo real y de las plataformas de perforación a control remoto. Pero a esto añadimos los drones no tripulados altamente beneficiosos y el control inteligente de ventilación.

Y mientras que la implementación en una mina subterránea se asocia con una mayor complejidad en comparación con una mina de superficie, el resultado es mucho mayor cuando se comparan los ingresos.

Si los cinco casos de uso se aplican a nuestra mina subterránea de referencia, su valor neto anual combinado en estado estable alcanza los 9 millones de dólares, que es el 4.4% de los ingresos de la mina.

Eso proporciona un ROI combinado del 256% al año 10, con un costo total de 21 millones de dólares.

La selección de los casos de uso

Las elecciones sólidas

Nuestra investigación indica que los cinco casos de uso que hemos identificado son los más importantes y por lo tanto el mejor lugar para empezar. Pero hay dos que se destacan, uno en cada categoría de minas de superficie y subterráneas.

◆ SEN 14888

La selección de los casos de uso

Minas de superficie

Los vehículos autónomos toman la delantera

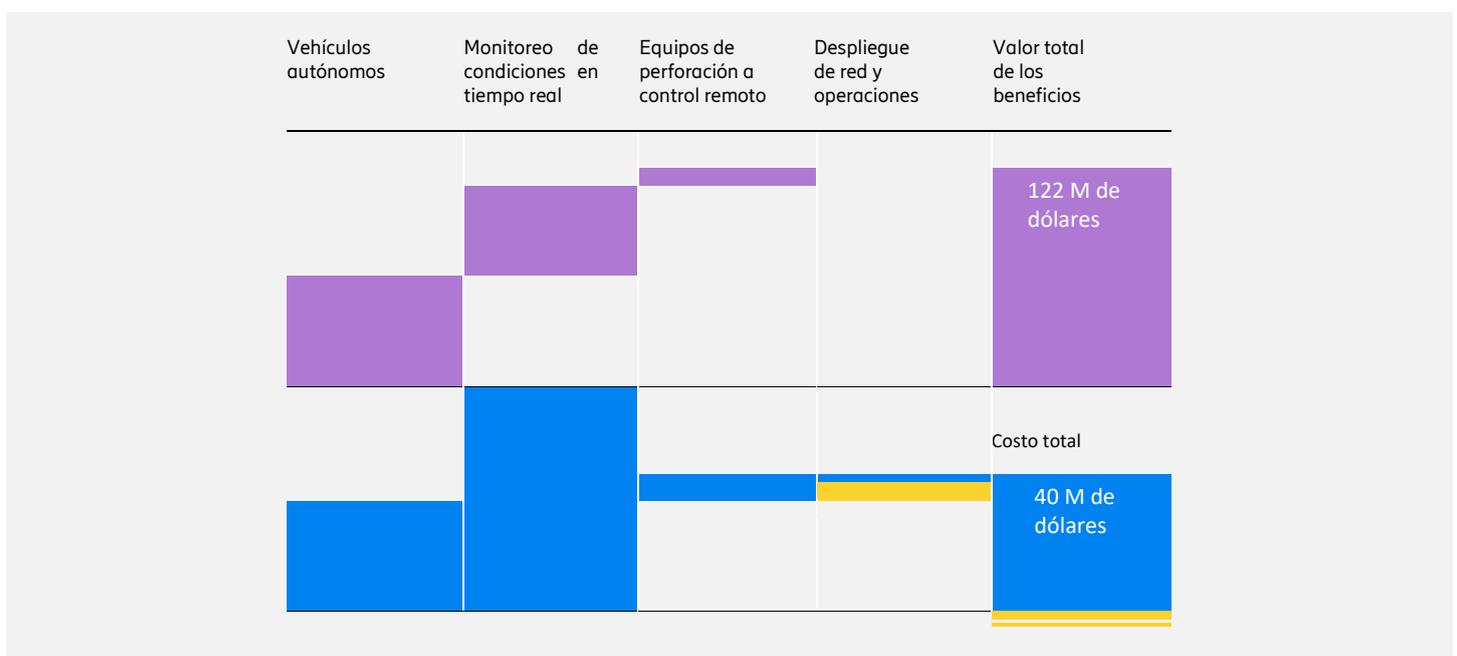
Su capacidad para avanzar las operaciones hace que los vehículos autónomos sean la mejor opción para iniciar cuando se automatiza una mina de superficie.

El rendimiento combinado de la inversión de los tres casos de uso de la mina de superficie es del 207% y la recuperación es menor a tres años.

Porcentaje del valor neto en estado estable anual para los casos de uso en una mina de superficie	
Vehículos autónomos	55%
Monitoreo de las condiciones en tiempo real	37%
Equipos de perforación a control remoto	8%

ROI del 207%
Despliegue total de la mina en superficie, año 10

- Valor beneficio
- Capex
- Opex



Fuente: Ericsson, Arthur D. Little

La selección de los casos de uso

Minas subterráneas

La ventilación inteligente es la elección inteligente

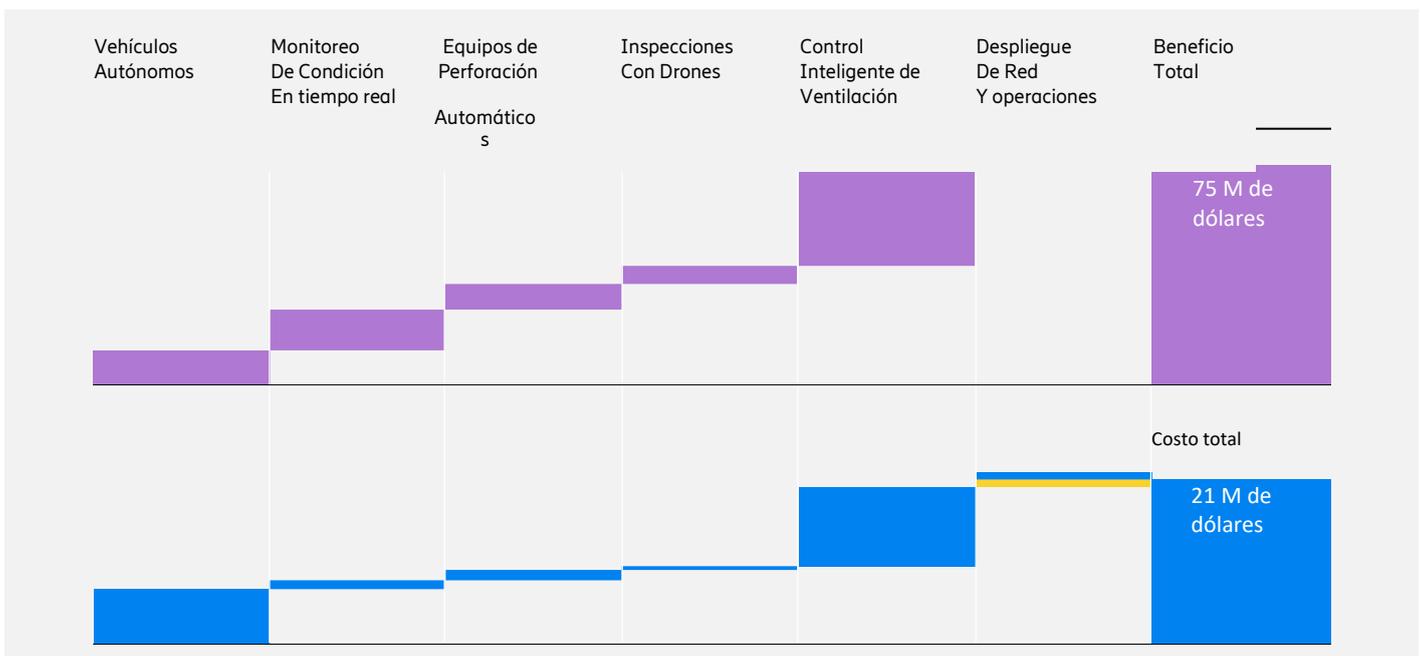
La ventilación inteligente es la más benéfica de los casos de uso de la mina subterránea. Si se aplican los cinco casos de uso de minas subterráneas, se puede lograr un rendimiento combinado de la inversión del 256% con una recuperación de la inversión menor a tres años.

Porcentaje del valor neto en estado estable anual para los casos de uso en una mina subterránea	
Control inteligente de la ventilación	44%
Vehículos autónomos	17%
Monitoreo de las condiciones en tiempo real	17%
Equipos de perforación a control remoto	14%
Inspecciones de drones no tripulados	8%

ROI 256%

Despliegue total de la mina subterránea, año 10

- Valor beneficio
- Capex
- Opex



Fuente: Ericsson, Arthur D. Little

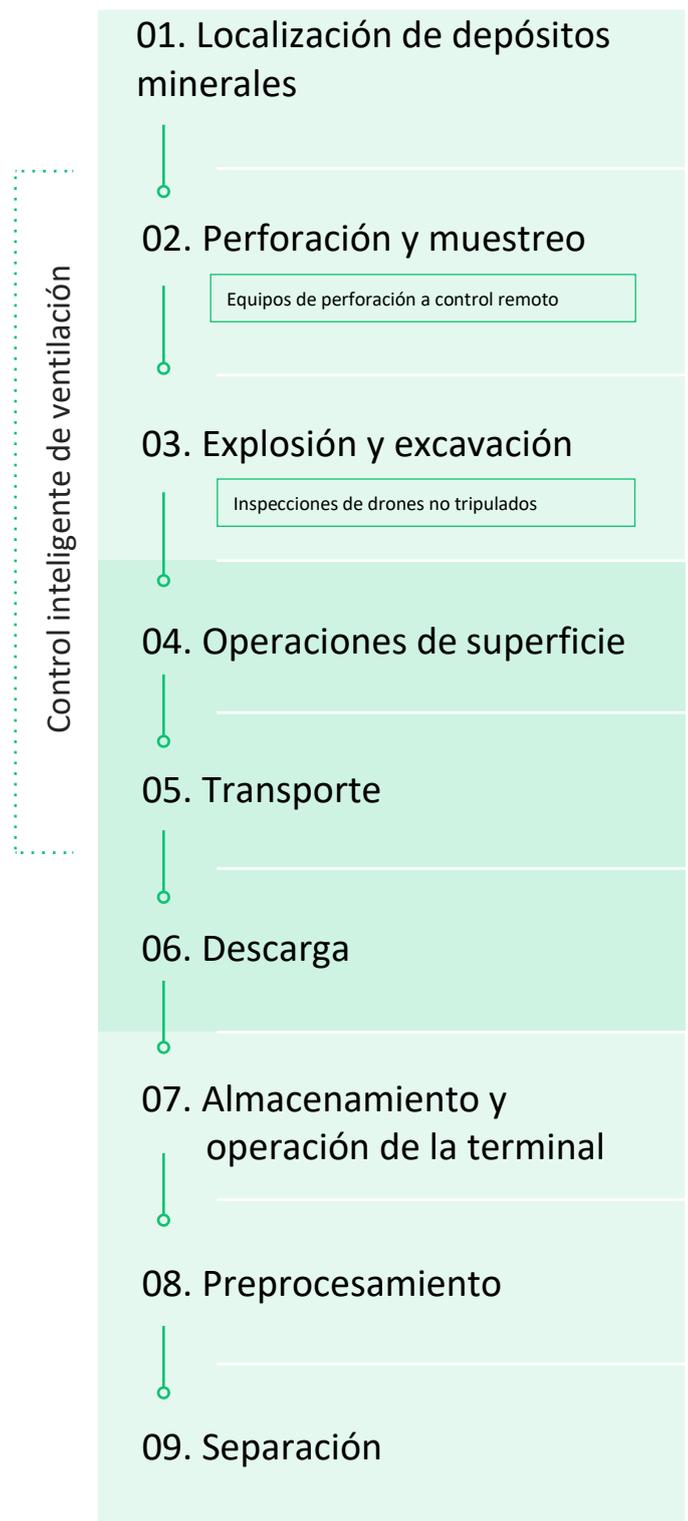
Combinando los casos de uso

Minería más inteligente al combinar

Los cinco casos de uso tienen aplicaciones en todas las etapas del proceso de la minería. Así es como se vería la implementación conjunta de los cinco trabajando en forma continua en de una mina inteligente.

- Vehículos autónomos – Transportes autónomos y de carga

El monitoreo de las condiciones en tiempo real está activo en todos los pasos del proceso de minería inteligente.



01

Equipos de perforación a control remoto

Una vez localizado un depósito mineral, las plataformas de perforación a control remoto se pueden encargar de la perforación y el muestreo.

02

Inspecciones de drones no tripulados

Los drones no tripulados pueden realizar inspecciones rápidas después de las explosiones, manteniendo a los trabajadores alejados de zonas que aún no se consideran seguras.

03

Vehículos autónomos

Después, los vehículos autónomos pueden transportar el material y los minerales a las zonas de descarga.

04

Monitoreo de condiciones en tiempo real

Al mismo tiempo, el monitoreo de condiciones en tiempo real mantiene a la administración al tanto del estado de cada máquina e incluso automatiza el pedido e instalación de partes para el mantenimiento.

05

Ventilación inteligente

Y control inteligente de ventilación subterránea dispersa el gas de las explosiones garantizando que el aire sea seguro para que lo respiren los trabajadores.

Nota final

La mina del futuro es una mina conectada

Queda claro que los beneficios financieros de la minería inteligente son significativos, con un ROI del 207% a diez años para nuestra mina de superficie de referencia, y un ROI del 256% para la mina subterránea de referencia.

Todos los casos de uso se pagan por sí solos entre dos o siete años, y si los cinco se despliegan juntos, se obtiene una recuperación completa en tres años.

Pero más allá de los resultados financieros, la minería inteligente genera resultados sustanciales que incluyen una mayor seguridad para los trabajadores y un impacto ambiental más responsable.

Por supuesto, realizar estos cambios depende de conectividad rápida, confiable y segura que solo una red celular privada lista para 5G puede ofrecer.

Pero la adopción a gran escala de redes privadas tiene el potencial de resolver los desafíos actuales de la industria minera y de cambiar totalmente la minería desde sus cimientos.

"Todos los casos de uso se pagan por sí solos entre dos o siete años, y si los cinco se despliegan juntos, se obtiene una recuperación completa en tres años".

Si desea
conocer más, nos
encantaría
hablar con usted.

Póngase en contacto en:
www.ericsson.com/mining
iot@ericsson.com