



NÚCLEO TRACCIONANTE 3: MINERÍA SEGURA

DESAFIOS

CORTO PLAZO
(2020/2025)

MEDIANO PLAZO
(2025/2030)

LARGO PLAZO
(2030/2035)

SOLUCIONES

DESAFIÓ 1
Comunicación efectiva de los riesgos en tiempo real.

DESAFIÓ 2
Minimizar exposición al riesgo, manteniendo la productividad y costos.

DESAFIÓ 3
Simulación de riesgos en planes mineros.

DESAFIÓ 4
Integrar la gestión de seguridad a las plataformas 4.0.

DESAFIÓ 5
Controlar fuentes de emisión que producen enfermedades profesionales actuales y futuras.

SOLUCIÓN 1
Implementación de estándares de transmisión (IoT) de datos que permitan la captura confiable y su trazabilidad.

SOLUCIÓN 2
Captura y transmisión en tiempo real de los parámetros de seguridad personales, del entorno y de equipos.

SOLUCIÓN 3
Robotización, automatización y teleoperación.

SOLUCIÓN 1
EPP con monitoreo continuo.

SOLUCIÓN 2
Data de predicción de riesgos / Análisis predictiva integrada a los procesos.

SOLUCIÓN 4
Teleoperación.

SOLUCIÓN 5
Autónomos.

SOLUCIÓN 1
Interoperabilidad.

SOLUCIÓN 2
Datos de seguridad integrados en plataforma única.

SOLUCIÓN 2
Análisis y modelamiento predictivo riesgos.

SOLUCIÓN 3
Digital Twin, RV+.

SOLUCIÓN 1
Identificación variables y desarrollo modelos predictivos.

SOLUCIÓN 2
Monitoreo en línea de las variables operacionales, derivadas de modelos predictivos y simulaciones.

SOLUCIÓN 3
Habilitar sistema experto para dirigir solución.

SOLUCIÓN 1
Monitoreo en línea de las variables operacionales, derivadas de modelos predictivos y simulaciones.

SOLUCIÓN 2
Habilitar sistema experto para dirigir solución.

SOLUCIÓN 3
Habilitar sistema experto para dirigir solución.



NÚCLEO TRACCIONANTE 3: Minería segura

Tecnologías 4.0, tales como la teleoperación, automatización y robótica, juegan un rol fundamental en la disminución de la exposición de las personas a los riesgos. Asimismo, estas tecnologías facilitan la detección en tiempo real de la exposición a riesgos.

Desafío 1

Corto plazo

Comunicación efectiva de los riesgos en tiempo real

Implica la posibilidad de mejorar la medición y comunicación oportuna de los riesgos de exposición para las personas y equipos actuando en la operación minera.

Solución: Implementación de estándares de transmisión (IoT) de datos que permitan la captura confiable y su trazabilidad

Con el surgimiento del Internet de las Cosas (IoT, por su sigla en inglés, Internet of Things), que podemos entender como la capacidad de extender la conectividad de red a objetos distintos a los computadores, tales como; equipos, sensores y artículos de uso diario, se permite que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana, lo que a su vez amplia enormemente las posibilidades de monitorear los riesgos operacionales y de las personas en un entorno minero. Esta hiperconectividad, sin embargo, supone también mayores vulnerabilidades frente a la calidad y seguridad de los datos, por lo que se hace muy necesario contar con estándares, modelos de referencia y mejores prácticas que aseguren esta calidad y seguridad.

Solución: Captura y transmisión en tiempo real de los parámetros de seguridad personales, del entorno y de equipos

Los avances tecnológicos asociados al Internet de las Cosas (IoT) amplían las posibilidades para capturar y transmitir en tiempo real, información relacionada con la seguridad de las personas, variables de su entorno y condiciones de los equipos en operación. En los últimos años ha proliferado el desarrollo de los denominados "wearables" (ropa, equipo y otros accesorios que incorporan computadoras y equipos electrónicos avanzados) que facilitan el monitoreo de condiciones biométricas en los operadores o de las condiciones ambientales en el lugar de trabajo. Algunos ejemplos de las diferentes categorías de "wearables" incluyen:

- Seguimiento de personal: Uso de sensores de proximidad (por ejemplo, etiquetas RFID) para ubicar a los trabajadores de primera línea en la operación.
- Realidad aumentada y realidad virtual: Muestra en las gafas datos esenciales de seguridad y mantenimiento (por ejemplo, datos de equipos, alertas, listas de verificación de procedimientos).
- Monitoreo del ambiente: Sensores y detectores para rastrear métricas clave (por ejemplo, niveles de oxígeno, calor y gases peligrosos) y cámaras de alta definición para registrar procedimientos y proporcionar instrucciones en tiempo real cuando sea necesario (p. ej., al realizar tareas de mantenimiento bajo tierra).
- Monitoreo biométrico: Dispositivos que contienen sensores usados por la fuerza laboral para capturar información sobre el estado de salud de los empleados (por ejemplo, frecuencia cardíaca, concentración y niveles de fatiga, movimientos biométricos repetitivos, pesos de carga).



NÚCLEO TRACCIONANTE 3: Minería segura

Tecnologías 4.0, tales como la teleoperación, automatización y robótica, juegan un rol fundamental en la disminución de la exposición de las personas a los riesgos. Asimismo, estas tecnologías facilitan la detección en tiempo real de la exposición a riesgos.

Desafío 2

Corto plazo

Minimizar exposición al riesgo, manteniendo la productividad y costos

Implica las posibilidades de minimizar y hasta eliminar por completo los riesgos de accidentes en las personas a través del reemplazo de funciones operativas/manuales, mediante el uso de tecnologías.

Solución: EPP con monitoreo continuo

Los elementos de protección personal (EPP) comúnmente utilizados en la operación minera tales como cascos, guantes, anteojos y zapatos de seguridad, constituyen fuentes naturales de oportunidad para potenciar la captura e intercomunicación de datos asociados a la seguridad de los operadores. Por ejemplo, el casco inteligente, incluye una plataforma que analiza los datos para reducir los riesgos durante el trabajo en terreno, está equipado con sensores de geolocalización y mide la temperatura, presencia de gases, iluminación y ruido. Además se puede complementar con otros dispositivos como pulseras y chalecos inteligentes que miden parámetros fisiológicos de la persona.

Solución: Data de predicción de riesgos / Analítica predictiva integrada a los procesos

La minería es una industria con una larga trayectoria en materia de gestión de la seguridad de las personas, donde, como regla general, se dispone de un robusto sistema de gestión de la seguridad que promueve el análisis y registro de los accidentes e incidentes. Sin embargo, la mayoría de estos análisis se basan en el estudio de indicadores aislados y se limitan a datos vinculados directamente con el evento (accidente/incidente) estudiado. Este tipo de reportes y análisis puede describir qué ocurrió, pero no por qué ocurrió. La analítica avanzada aplicada a grandes bases de datos históricos (Big data), nos permite, por ejemplo, identificar con mayor precisión las causas de los accidentes e incidentes y construir modelos de predicción más efectivos, posibilitando un mejor control y eliminación de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales.

Solución: Robotización, automatización y teleoperación

La tendencia en la gestión de la seguridad laboral en minería es hacia la eliminación o disminución de la exposición de las personas a las zonas y condiciones de riesgo de accidentes. En este sentido, las tecnologías relacionadas con las funciones de teleoperación, automatización y robotización son los principales habilitantes de la desintermediación humana en las zonas de riesgo de accidentabilidad de la operación minera.

Solución: Teleoperación

Un sistema de teleoperación es una integración de variadas tecnologías en una aplicación que permite a un operador realizar una determinada tarea a distancia, a través de imágenes de video e interfaces de software y hardware que replican los comandos y estados del proceso. La creciente necesidad en minería de producir de forma más segura, sumada al acelerado desarrollo tecnológico y su adecuada adaptación al difícil entorno minero, han impulsado la habilitación de sistemas de teleoperación para muchos procesos de la minería, tales como; perforadoras, palas, camiones, cargadores, correas, chancadores, molinos, entre otros.

Solución: Autónomos

Las compañías mineras de todo el mundo están adoptando rápidamente las últimas tecnologías de automatización para modernizar sus operaciones. La automatización también proporciona importantes beneficios a este sector, como la reducción de costos, la productividad de la conducción y el aumento de la seguridad. Las tecnologías autónomas son capaces de operar sin la intervención de un humano, reduciendo la exposición de las personas, elevando la productividad y controlando los costos. Los equipos están dotados de una gran variedad de sensores que capturan y transmiten información del equipo y su entorno en tiempo real por lo que se puede monitorear su funcionamiento en cualquier lugar del mundo. Todo esto se traduce en menos trabajadores en la faena. Ejemplo de equipos autónomos en uso hoy en día son los camiones de acarreo de material, perforadoras, bulldozers, entre otros.

Solución: Robotización

En el contexto de la Cuarta Revolución Industrial se entiende por robotización la acción de sustituir al ser humano en tareas que pueden realizar las máquinas mejorando la seguridad de los trabajadores e incrementando la productividad. Hoy el concepto que se está desarrollando es robótica colaborativa con nuevos modelos de producción y tipos de robots diseñados para colaborar en forma segura con operarios humanos. Por ejemplo, el uso de exoesqueletos, lo cual aumenta la productividad de los trabajadores y mejora la ergonomía del puesto de trabajo, reduciendo lesiones articulares y musculares, el despegue de cátodos y la toma de muestras de material a granel, también el empleo de visión artificial y reconocimiento de patrones en pilas y correas, el muestreo de concentrados de cobre en camiones, cambio automático de neumáticos, lavado de camiones, el despegue de los cátodos de cobre en planta, etc.



NÚCLEO TRACCIONANTE 3: Minería segura

Tecnologías 4.0, tales como la teleoperación, automatización y robótica, juegan un rol fundamental en la disminución de la exposición de las personas a los riesgos. Asimismo, estas tecnologías facilitan la detección en tiempo real de la exposición a riesgos.

Desafío 3

Mediano plazo

Simulación de riesgos en planes mineros

Implica la posibilidad de proyectar, generar escenarios alternativos y dimensionar los riesgos asociados a proyectos en forma más flexible y precisa, de manera de optimizar decisiones de diseño.

Solución: Interoperabilidad entre plataformas

Al tener interoperabilidad entre distintas plataformas, por ejemplo de gestión operacional y gestión de seguridad, se hace posible cruzar y analizar datos con el fin de predecir posibles riesgos, tanto físicos como conductuales y tomar las acciones necesarias para reducirlos y/o eliminarlos.

Solución: Analítica y modelamiento predictivo de riesgos

Los recientes avances en el aprendizaje automático (Machine Learning) y el análisis de datos (Data Analytics), permiten a las compañías mineras, aprovechar los datos tomados de distintas fuentes, para proporcionar apoyo a la toma de decisiones en tiempo real y conocimientos sobre la probabilidad de sucesos futuros. Mediante la aplicación de técnicas de Analítica Avanzada se pueden desarrollar modelos con mayor valor predictivo de los riesgos operacionales y de seguridad facilitando una mejor evaluación de escenarios en el desarrollo de los proyectos mineros.

Solución: Digital Twin, RV+

La posibilidad de crear representaciones digitales de sistemas físicos (Digital Twin o Gemelo Digital) y de recrear su comportamiento en un contexto de realidad virtual, permite analizar la eficiencia operativa de equipos o sistemas de operación y sus respuestas bajo determinados supuestos de entorno y condiciones de operación. Asimismo, estas recreaciones en contextos de realidad virtual o aumentada, pueden utilizarse a modo de simuladores para el entrenamiento de operadores en gestión de riesgos y conducta segura.



NÚCLEO TRACCIONANTE 3: Minería segura

Tecnologías 4.0, tales como la teleoperación, automatización y robótica, juegan un rol fundamental en la disminución de la exposición de las personas a los riesgos. Asimismo, estas tecnologías facilitan la detección en tiempo real de la exposición a riesgos.

Desafío 4

Mediano plazo

Integrar la gestión de seguridad a las plataformas 4.0

Implica la posibilidad de sistematizar e integrar la información histórica relacionada a la gestión de la seguridad y explotar la data de manera de potenciar el conocimiento y rescatar los aprendizajes para reducir riesgos futuros.

Solución: Interoperabilidad

Podemos definir la interoperabilidad como la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada. Se entiende que existe además interacción entre los datos, la interacción implica que los procesos comparten información, mediante el intercambio de datos entre sus respectivos sistemas de tecnología de la información y las comunicaciones. Es así que podemos cruzar los datos de distintos procesos con el fin de construir un modelo predictivo, integrando las variables de seguridad a las variables operacionales y su efectos interactivos.

Solución: Datos de seguridad integrados en plataforma única

La minería es una industria con una larga trayectoria en materia de gestión de la seguridad de las personas, donde, como regla general, se dispone de un robusto sistema de gestión de la seguridad que promueve el análisis y registro de los accidentes e incidentes. Sin embargo, la mayoría de estos datos no se encuentran estandarizados en un lenguaje que permita su integración y explotación con fines predictivos. Por lo tanto, existe una gran oportunidad, habilitada por las tecnologías 4.0, para que estos datos de seguridad, tanto de instalaciones como de personas, se integren en una base única para poder cruzar información y así incluir en el modelo predictivo la seguridad.

Solución: Safety cloud (incidentes - accidentes)

Hoy en día existen software basados en web que permiten gestionar la seguridad de las organizaciones de manera integrada (Safety Cloud). Toda la información respecto de seguridad de la empresa; incidentes, accidentes, entrenamientos, auditorías, certificaciones, se concentran en una plataforma integrada en un solo sitio o, hub on-line, que permite analizar y comparar los datos y predecir tendencias tanto dentro de los límites de una compañía como potencialmente para compartir, integrar y explotar información a nivel inter-empresas.



NÚCLEO TRACCIONANTE 3: Minería segura

Tecnologías 4.0, tales como la teleoperación, automatización y robótica, juegan un rol fundamental en la disminución de la exposición de las personas a los riesgos. Asimismo, estas tecnologías facilitan la detección en tiempo real de la exposición a riesgos.

Desafío 5

Mediano plazo

Controlar fuentes de emisión que producen enfermedades profesionales actuales y futuras

Implica la posibilidad de identificar, medir y controlar la fuentes que inciden en la generación de enfermedades profesionales por exposición prolongada, para reducir riesgos y evitar generar la condición de enfermedad.

Solución: Identificación de variables y desarrollo de modelos predictivos

Las tecnologías 4.0 como, por ejemplo, la analítica avanzada aplicada a Big Data, permitirán agilizar la identificación de aquellas variables y condiciones que intervienen en la salud del trabajador y crear modelos predictivos que orienten las decisiones de diseño y gestión operacional para evitar o mitigar riesgos de afectación a la salud y enfermedades profesionales. Se puede extender a condiciones de contagios y/o enfermedades como el COVID 19.

Solución: Monitoreo en línea de las variables operacionales, derivadas de modelos predictivos y simulaciones

La implementación de sensores que midan y reporten las variables y condiciones de las fuentes de emisión de contaminantes y su integración a los demás indicadores de operación de los procesos productivos, permitirán un control más efectivo de los riesgos de exposición y de la eficiencia del proceso.

Solución: Habilitar sistema experto para direccionar solución

Un sistema experto combina datos, conocimientos y un conjunto de inferencias que permiten traducirse ya sea en una decisión o recomendación de decisión. Su aplicación para la gestión de la seguridad y salud ocupacional puede traducirse, por ejemplo, en un mejor control de fuentes de emisión u otras acciones necesarias para reducir o eliminar riesgos asociados a enfermedades profesionales.