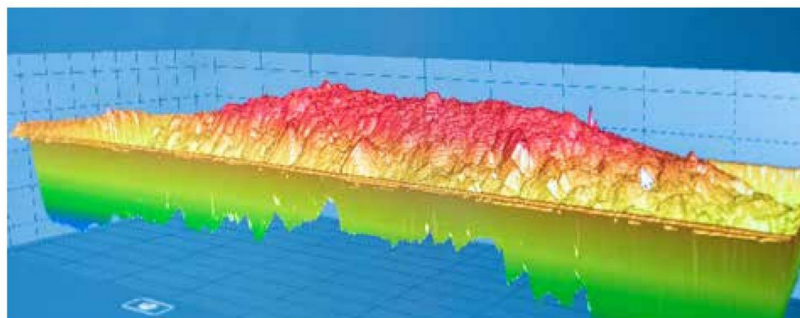
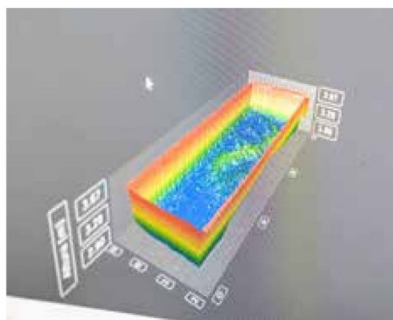




Nuevo sensor volumétrico mejora carguío y suma 800 toneladas diarias al ferrocarril Teniente 6

La instalación de un sensor volumétrico en el FFCC Teniente 6 de mina Esmeralda, aportó datos que permiten reducir los desrielos por acumulación de material enlampado y activaron una sana competencia de precisión entre los operadores.



Hay un ambiente distinto en mina Esmeralda desde principios de 2026. Además de una actualización gráfica con los letreros informativos de las operaciones de El Teniente, se suman pantallas con nuevos indicadores que tiene orgullosos a trabajadores del Ferrocarril Teniente 6, porque ahora son capaces de medir con precisión el volumen del material que llevan los carros, prevenir accidentes y aumentar la producción.

El peso del llampo

El Ferrocarril Teniente 6 enfrentaba un desafío operativo histórico.

Como en muchos sectores de la mina, el mineral viene cada vez más húmedo, y la acumulación de "llampo" —material húmedo que se adhiere como cemento— al interior de los carros es una de las consecuencias.

Esa costra endurecida puede alcanzar hasta 12 toneladas por carro, que, en su mayoría de las veces, queda desbalanceado. Por tanto, un tren que viaja enllampado, pierde capacidad de carga útil y se desestabiliza, elevando las probabilidades de un desrielamiento, exponiendo a los trabajadores a complejas maniobras de encarrilamiento manual y detenciones temporales del área.

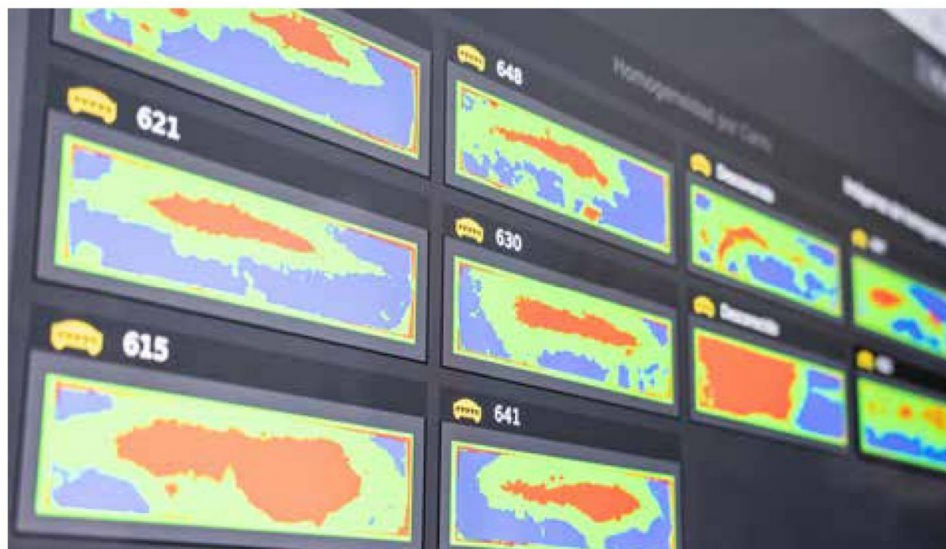


Una foto en 3D de 15 mil capturas por segundo

La operación del Ferrocarril Teniente 6 dio un giro con la incorporación de un sensor volumétrico sobre la línea férrea. La tecnología, que ya se usa en Teniente 8, realiza 15 mil capturas por segundo y, apoyada por inteligencia artificial y machine learning, mide con precisión el volumen de llampo en cada carro, la carga transportada y la forma en que se realizó el carguío. Con esos datos, el jefe de turno y los operadores del telecomando de buzones pueden actuar de forma oportuna, sacando el carro enllampado de la línea y enviándolo a limpieza.

Para el equipo de Mantenimiento Vía, el sistema cortó de raíz el trabajo a ciegas. Raúl Martínez lidera la cuadrilla de la zona y su equipo realizó la instalación del sistema, colocando cerca de 1.500 metros de cable de fibra óptica a través de los túneles. "Antes, había un desrielamiento y no podíamos determinar la causa, entonces siempre tenías que ir a hacer algún tipo de arreglo a la vía, aunque no fuera necesario, porque tenemos la presión para solucionar el problema. Hoy el sistema te dice exactamente qué carro pasó con 12 toneladas de llampo de vuelta. Ya sabemos que el problema no necesariamente es el riel", afirma Martínez.

"Antes de la implementación del



sistema volumétrico, tuvimos un mes con ocho desrielamientos, y cinco o seis fueron por enllampe", detalla Juan Carlos Carvajal, jefe de proceso infraestructura y proyectos mina Esmeralda y líder del proyecto. "Hoy llevamos un solo evento y no fue por esa causa. El volumétrico identifica oportunamente los carros con llampo. El jefe de turno toma la decisión de sacarlo y desenllampar. El riesgo se elimina gracias a la información y a la colaboración del equipo".

La sana competencia del carguío

La visualización de los datos po-

tenció la dinámica en las cabinas de operación. El sistema arroja un mapa de colores que expone la homogeneidad de la carga de cada convoy, y los operadores pueden evaluar sus propias formas de carga, qué mejorar y cómo hacerlo.

Víctor González Abarca, líder del Telecomando Buzones de Acarreo Teniente 6 en mina Esmeralda, opera en la zona desde 2016. "Para nosotros es muy importante y estamos aprendiendo a trabajar con él. Nos ha permitido ir chequeando cada tren metalero. Vemos si van bien cargados y cuánto llampo llevan. Genera una sana competencia entre los grupos. Uno mira y dice: '¿Por qué



Equipo de mantenimiento vía Ferrocarril Teniente 6. Izq a der: Javier Cofré, Mario Silva, Christopher Chirino, Sabino Gómez.



ellos están mejorando la carga y nosotros no?'. Te obliga a detenerte y cargar mejor".

El ajuste en la técnica de los operadores movió los indicadores. Alexis Reveco, jefe de unidad de mina Esmeralda, destacó que "el factor de carguío pasó de 37, 38 toneladas por carro, a estabilizarse en 40 y apuntando a 41. Además de reducir la probabilidad de desrielamiento, prevenimos la sobrealtura, las colpas altas, la sobrecarga. Lo bonito de esto es que esta ganancia es gracias al control que va haciendo el mismo operador, teniendo más información".

El impacto en el acarreo de mineral es directo. Con la optimización del buzón gracias a la información, han aumentado en 800 toneladas diarias de mineral acarreado al circuito. Esto es el equivalente matemático a dos viajes extra del tren por día.

El polímero y la fase dos

La implementación del sistema requirió cinco meses de autorizaciones para sortear los protocolos de ciberseguridad corporativa y cuatro meses de instalación física en condiciones de alta humedad y polvo, con más de 1.500 metros de fibra óptica.

"El siguiente paso en la mina Esmeralda es la instalación de un segundo sensor en el cruce norte del nivel de acarreo para cubrir la totalidad del tránsito ferroviario. A la par, el equipo técnico inició las pruebas de un revestimiento polimérico antiadherente. Cuatro carros en fase de overhaul ya están siendo recubiertos con este material, diseñado específicamente para evitar que la roca húmeda se solidifique en las paredes de acero", señaló Juan Carlos Carvajal.

Impacto del sensor volumétrico



- **Aumento de acarreo:** El factor de carguío subió de 38 a un promedio de 40-41 toneladas por carro.

- **Más mineral acarreado:** Se está aumentando alrededor de 800 toneladas diarias con la mayor precisión de los operadores.

- **Precisión Tecnológica:** El sensor láser realiza 15.000 capturas por segundo a todo el carro para modelar una imagen 3D que integra Inteligencia Artificial y machine learning.

- **Próximos Pasos:** Instalación de un segundo sensor en el sector norte y aplicación de polímero antiadherente en las tolvas de los carros.



"Esta herramienta evita desrielamientos y mejora el carguío de los trenes, llevando más producción. Antes la evaluación se hacía al ojo, hoy nos permite anticiparnos a la jugada y limpiar los carros a tiempo".

CARLOS URZÚA,
Jefe de Turno Mina Esmeralda.

"Pensamos que habría más resistencia a una plataforma tecnológica, pero la aceptación fue excelente. Los trabajadores aprendieron muy rápido y ocupan el sistema como una fuente de información constante para mejorar sin requerir supervisión permanente".

ALEXIS REVECO,
Jefe de Unidad Mina Esmeralda.



"Hoy cruzamos los datos. Si la pantalla marca que el carro venía de vuelta con toneladas de llampo endurecido, el diagnóstico cambia. Esa precisión elimina horas de trabajo a ciegas en el túnel".

RAÚL MARTÍNEZ,
líder de cuadrilla de mantenimiento vía, FFCC Teniente 6.



"Si vemos que otro turno elevó su factor de carga, revisamos nuestros errores en los inicios o finales de cada tolva. El dato crudo te obliga a nivelar la operación hacia arriba".

VÍCTOR GONZÁLEZ ABARCA,
líder del Telecomando Buzones.



"Los datos precisos salvan vidas, porque el sensor corta la exposición que hay cuando se desriela un carro: si la pantalla detecta la carga muerta, la detención es rápida y el riesgo de enviar gente a la vía desaparece".

JUAN CARLOS CARVAJAL,
jefe de proceso infraestructura y proyectos mina Esmeralda.

