



Sistema de Comunicación y Control Mina

Innovamos para un futuro más seguro





Actualmente, la comunicación de procesos críticos en faena, como las tronaduras y los controles de acceso, se basa principalmente en señalización física y procedimientos manuales. Si bien este modelo ha permitido apoyar la operación durante años, presenta limitaciones para actualizar información en tiempo real, mantener trazabilidad de los eventos y adaptarse de manera inmediata a los cambios operacionales.

La gestión de estos letreros requiere la movilización permanente de personal y vehículos para su instalación, modificación y retiro, incrementando la utilización de recursos operacionales y la exposición de los trabajadores durante estas actividades. Asimismo, la información desplegada es estática y no permite incorporar herramientas de validación, monitoreo o registro automático de los accesos.

En un entorno donde la minería avanza hacia la automatización y la digitalización de sus procesos, existe la oportunidad de evolucionar hacia un sistema inteligente de comunicación visual, capaz de centralizar la información, mantener un control permanente de los accesos, mejorar la trazabilidad operacional y fortalecer la seguridad mediante información dinámica, confiable y disponible en tiempo real.

Condición Actual

Innovamos para un futuro más seguro

La condición actual de comunicación en terreno se sustenta en señalización convencional y procesos manuales que demandan una importante dedicación de personal, vehículos y tiempos de operación para mantener la información actualizada. Este modelo, aunque funcional, ofrece una oportunidad para evolucionar hacia una plataforma digital que fortalezca la seguridad, la trazabilidad y el control operacional mediante información dinámica, centralizada y disponible en tiempo real.

SITUACIÓN ACTUAL: COMUNICACIÓN EN TERRENO CON SEÑALIZACIÓN TRADICIONAL

Observaciones, Riesgos, Desviaciones y Alta Utilización de Recursos

OBSERVACIONES

- ✓ Información estática que depende de intervención manual.
- ✓ La actualización no es inmediata ni remota.
- ✓ No existe confirmación de que todos los usuarios reciban el mensaje.
- ✓ Baja visibilidad en condiciones de polvo, lluvia o baja luminosidad.



RIESGOS OPERACIONALES ASOCIADOS

- Ingreso involuntario a sectores restringidos.
- Información desactualizada en terreno.
- Falta de confirmación del estado real del proceso.
- Baja trazabilidad de accesos y equipos.
- Mayor exposición del personal en instalación y retiro de señalización.
- Dependencia de comunicaciones radiales manuales.



DESVIACIONES FRECUENTES

- Retrasos en la instalación de señalización.
- Cambios operacionales no reflejados inmediatamente en terreno.
- Diferencias entre planificación y condición real.
- Registros manuales incompletos o imprecisos.
- Dificultad para reconstruir eventos posteriores a una contingencia.



CONTROL DE TRONADURA			
FECHA: 14/05/2024			
HORA	ACCESO	ESTADO	OBSERVACIONES
08:00	Acceso 1	Cerrado	OK
08:05	Acceso 2	Cerrado	-
08:10	Acceso 3	Cerrado	-
09:15	Acceso 1	Abierto	-
09:20	Acceso 2	Abierto	-

Pendiente confirmar Acceso 4

ALTA UTILIZACIÓN DE RECURSOS



PERSONAL

Dotación dedicada a cierre de accesos, instalación y control.



VEHÍCULOS

Uso de camionetas para traslado de personal y señalética.



TIEMPO

Tiempo no productivo en instalación, retiro y coordinación.



EXPOSICIÓN

Mayor exposición del personal en terreno.



COSTO OPERACIONAL

Mayor costo asociado a recursos y tiempos no productivos.

OPORTUNIDAD DE MEJORA CON RY2 DIGITAL SIGNAGE

- ✓ Actualización instantánea y remota de mensajes.
- ✓ Control centralizado de todas las pantallas.
- ✓ Visualización en vivo con cámaras integradas.
- ✓ Conteo e identificación automática de vehículos.
- ✓ Registro histórico y trazabilidad de accesos.
- ✓ Programación de alertas, procedimientos y campañas.
- ✓ Activación automática en procesos críticos (tronaduras).
- ✓ Integración total con plataforma RY2 Digital Signage.





BENEFICIO ESTRATÉGICO

Más que reemplazar un letrero, esta solución **DIGITALIZA** el proceso de comunicación operacional, transformando cada acceso en un punto inteligente de información, monitoreo y control.



MAYOR SEGURIDAD



MEJOR TRAZABILIDAD



MEJOR TRAZABILIDAD



MEJOR TRAZABILIDAD



MEJOR TRAZABILIDAD



MEJOR TRAZABILIDAD

Análisis del Problema

Innovamos para un futuro más seguro





Nuestra Propuesta

Innovamos para un futuro más seguro

Sistema Inteligente de Comunicación Visual y Control Operacional para Minería, desarrollado por RCA-D con el objetivo de modernizar la gestión de información crítica en terreno mediante la implementación de pantallas LED móviles de alta visibilidad, integradas a la plataforma RY2 Digital Signage.

El sistema ha sido concebido para reemplazar la señalética estática tradicional utilizada en accesos, procesos de tronadura y zonas de control operacional, evolucionando hacia una infraestructura digital capaz de administrar y distribuir información en tiempo real desde un único centro de operaciones.

Cada unidad opera de manera autónoma mediante alimentación solar y comunicaciones inalámbricas, permitiendo desplegar mensajes dinámicos, alertas de seguridad, procedimientos operacionales, videos preventivos y cualquier información relevante para la operación. La plataforma central administra de forma individual o simultánea todas las pantallas instaladas en faena, asegurando una comunicación estandarizada, inmediata y completamente trazable.

Como valor agregado, la solución incorpora capacidades de visión artificial e inteligencia operacional, permitiendo integrar cámaras para transmisión de video en tiempo real, identificación y conteo automático de vehículos, reconocimiento de patentes o números internos, generación de evidencia operacional y monitoreo permanente de los accesos a sectores críticos.

Esta arquitectura transforma la señalización convencional en un sistema activo de gestión operacional, fortaleciendo la seguridad de las personas, optimizando el control de procesos críticos y proporcionando información confiable para la toma de decisiones. Su diseño modular y escalable permite adaptarse a los requerimientos de cada operación minera, consolidando una plataforma preparada para los desafíos de la minería digital y la automatización de procesos.

En este contexto, RY2 Digital Signage se posiciona como una solución tecnológica desarrollada en Chile, orientada a incrementar los estándares de seguridad, eficiencia y control operacional, aportando herramientas que contribuyen directamente a la reducción de riesgos asociados a la falta de información oportuna y a la mejora continua de los procesos operacionales en faena.

Nuestra Propuesta

Seguridad, Tecnología y Servicios

Sistema integral de comunicación visual inteligente para faenas mineras, basado en pantallas LED móviles de alta visibilidad, instaladas estratégicamente en accesos operacionales críticos.

Cada unidad está diseñada como un equipo autónomo que integra:

- Pantalla LED industrial de alta luminosidad (visible en condiciones extremas: polvo, radiación solar, distancia).
- Sistema energético autónomo (solar + respaldo).
- Conectividad remota (red satelital o celular según condición operacional).
- Plataforma centralizada RCA-D, que permite control total en tiempo real.

La solución reemplaza completamente los sistemas tradicionales estáticos de señalización (letreros físicos), evolucionando hacia un modelo dinámico, digital y gestionado remotamente, permitiendo:

- Actualización instantánea de información operativa.
- Visualización de procesos críticos (ej: tronaduras).
- Gestión centralizada desde una sala de control.

ACCESO 1 **ACCESO 2** **ACCESO 3** **ACCESO 4** **ACCESO 5** **ALERTA TRONADURA**

MEL BHP
TRONADURA ESCONDIDA
HORA: 14:00 FECHA: 11/05
PALAS: 17 18 25 26 55
CARGADOR: 01 02 03 04
PERFORADORAS: 01 02 03 04 05
EXPANSIÓN: 210 240 260 300
BANCO: 2855 2855 2857 2858

RY2 DIGITAL SIGNAGE

DASHBOARD
PANTALLAS
ALERTAS
REPORTES
CONFIGURACIÓN

ACCESO 1 **ACCESO 2** **ACCESO 3** **ACCESO 4** **ACCESO 5** **ALERTA TRONADURA**

¡TRONADURA EN PROCESO!
ZONA DE RIESGO
MANTENER DISTANCIA

- COMUNICACIÓN VISUAL EN TIEMPO REAL
- CONTROL CENTRALIZADO Y REMOTO
- CÁMARAS EN VIVO DESDE TERRENO
- SEGURIDAD OPERACIONAL Y TRAZABILIDAD
- INTEGRACIÓN TOTAL CON PROCESOS MINEROS

RCA-D SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA LA MINERÍA

CONTROL INTELIGENTE DE ACCESOS Y AFORO VEHICULAR CON PANTALLA INTERACTIVA RY2 DIGITAL SIGNAGE

Validación dual: Reconocimiento visual + Identificación digital
Aforo en tiempo real y trazabilidad completa de vehículos dentro del área mina.

PANTALLA MÓVIL RY2 DIGITAL SIGNAGE
Información dinámica en tiempo real para operadores y conductores.

- ALIMENTACIÓN SOLAR AUTÓNOMA
- COMUNICACIÓN 4G / 5G
- OPERACIÓN 24/7 TODO TERRENO
- ALTA VISIBILIDAD LED P2.5 OUTDOOR

PROCESO DE TRONADURA
ACCESO NORTE
ESTADO ACTUAL
TRONADURA EN CURSO
EQUIPOS DENTRO DEL ÁREA
128
ESPERE INSTRUCCIONES

CÁMARA HD ALTA RESOLUCIÓN
Reconocimiento visual de patentes / ID en tiempo real.

IDENTIFICADOR DIGITAL
Instalado en el vehículo. Confirma digitalmente el ingreso / salida. No depende de la lectura de patente.

VALIDACIÓN DUAL

RECONOCIMIENTO VISUAL (CÁMARA HD) + IDENTIFICACIÓN DIGITAL (IDENTIFICADOR DIGITAL)

La plataforma valida y fusiona ambas tecnologías para garantizar un registro 100% confiable.

¿CÓMO FUNCIONA?

- El vehículo se aproxima al acceso.
- La cámara lee la patente / ID visual.
- El identificador digital confirma el paso.
- El evento se registra en la plataforma central en tiempo real.
- El aforo se actualiza automáticamente en todas las pantallas.

BENEFICIOS CLAVE

- Aforo exacto y en tiempo real.
- Máxima confiabilidad (validación dual).
- Trazabilidad completa por vehículo.
- Apoyo a autorizaciones y seguridad.
- Optimización de evacuaciones en procesos críticos.
- Evidencia para auditorías e investigaciones.

AFORO EN TIEMPO REAL POR ACCESOS				TOTAL EQUIPOS DENTRO DEL ÁREA MINA	
ACCESO NORTE 46 ↑ Actualizado: 10:24:35	ACCESO SUR 38 ↑ Actualizado: 10:24:35	ACCESO OESTE 24 ↑ Actualizado: 10:24:35	ACCESO ESTE 20 ↑ Actualizado: 10:24:35	=	128

La suma de los accesos corresponde al total de equipos dentro de área.

MAPA DE ACCESOS EN TIEMPO REAL

LISTADO DE VEHÍCULOS DENTRO DEL ÁREA

PATENTE / ID	TIPO	ACCESO	HORA INGRESO	ESTADO
AB-1234	CAMIONETA	NORTE	10:15:23	DENTRO
CD-5678	CAMIÓN	SUR	10:16:02	DENTRO
EF-9012	CARGADOR	OESTE	10:16:45	DENTRO
GH-3456	CAMIONETA	NORTE	10:17:10	DENTRO
IJ-7890	CAMIÓN	ESTE	10:18:33	DENTRO
...	...	...	...	...

ALERTAS Y EVENTOS

Tronadura en curso - Acceso Norte	10:20
Vehículo no autorizado detectado	10:18
Acceso Sur - Aforo cercano a límite	10:16
Reapertura programada Acceso Norte	10:40

REPORTES Y TRAZABILIDAD

- Historial de ingresos / salidas
- Reportes por vehículo
- Trazabilidad completa
- Exportación de datos

SEGURIDAD OPERACIONAL

CONTROL Y TRAZABILIDAD

EFICIENCIA DE RECURSOS

INFORMACIÓN CONFIABLE PARA LA TOMA DE DECISIONES

Tecnología desarrollada por RCA-D para una minería más segura, eficiente y conectada.

RCA-D HOLDING GROUP

Características Principales

- ✓ Control de accesos inteligente mediante validación dual (visión artificial + identificador digital).
- ✓ Cámara HD de alta resolución para reconocimiento visual de vehículos, patentes o identificación operacional.
- ✓ Identificador digital instalado en cada vehículo para confirmar el ingreso y salida, incluso en condiciones donde la lectura visual pueda verse afectada.
- ✓ Pantalla móvil RY2 Digital Signage con información operacional en tiempo real, alertas de seguridad y estado del proceso de tronadura.
- ✓ Aforo automático del área mina, mostrando en cada acceso la cantidad exacta de vehículos presentes dentro del rajo.
- ✓ Plataforma centralizada que consolida toda la información de los accesos y mantiene un registro histórico de ingresos y salidas.
- ✓ Trazabilidad completa de cada vehículo, incluyendo acceso utilizado, hora de ingreso, permanencia y autorización.
- ✓ Mayor confiabilidad operacional gracias a la validación redundante entre reconocimiento visual e identificación digital.
- ✓ Apoyo a la gestión de seguridad, facilitando evacuaciones, control de autorizaciones y respuesta ante procesos críticos.
- ✓ Tecnología desarrollada por RCA-D, diseñada para fortalecer la seguridad, la eficiencia operacional y la transformación digital de la minería.

Sistema aforo mina

Innovamos para un futuro más seguro

El sistema incorpora un Módulo Inteligente de Control de Accesos y Aforo Vehicular, compuesto por cámaras HD de alta resolución con capacidades de visión artificial y un módulo de identificación digital mediante Beacon, permitiendo mantener un control preciso y continuo de todos los vehículos que ingresan y salen del área mina.

Cada acceso equipado con pantallas RY2 Digital Signage integra una cámara de alta definición capaz de identificar visualmente la patente o el número interno del vehículo, registrando el evento de ingreso o salida y transmitiendo la información en tiempo real hacia la plataforma central. Paralelamente, cada vehículo incorpora un dispositivo de identificación digital (Beacon), que actúa como un segundo mecanismo de validación, garantizando la detección aun cuando existan condiciones que dificulten la lectura visual, tales como suciedad, polvo, barro, golpes, deformaciones de la placa patente, baja iluminación o ángulos desfavorables de aproximación.

La combinación de ambas tecnologías permite disponer de un sistema de identificación redundante, incrementando la confiabilidad del proceso de control de accesos y eliminando prácticamente las pérdidas de registro ocasionadas por limitaciones propias del reconocimiento óptico.

Toda la información recopilada es centralizada en la plataforma RY2 Digital Signage, la cual mantiene un aforo operacional en tiempo real, contabilizando automáticamente la cantidad exacta de vehículos presentes dentro del rajo, independientemente del acceso utilizado para ingresar o salir.

Como apoyo a la operación, cada pantalla ubicada en los distintos accesos despliega permanentemente el número actualizado de equipos presentes en el área mina, entregando una referencia visual inmediata para operadores, supervisores y personal de seguridad. De manera complementaria, la plataforma central proporciona al Centro de Despacho, Seguridad u otra unidad que defina el cliente el detalle completo de los vehículos presentes en el área, incluyendo identificación, patente o número interno, hora de ingreso, acceso utilizado y estado de autorización.

Esta arquitectura fortalece significativamente la gestión de seguridad operacional, permitiendo validar autorizaciones de ingreso, mejorar la trazabilidad de los equipos, optimizar los procesos de evacuación durante eventos críticos como tronaduras y disponer de evidencia histórica para auditorías e investigaciones operacionales.

"La minería del futuro no se construye únicamente con equipos más grandes, sino con información más inteligente. Un solo módulo permitirá validar cómo la comunicación digital puede transformar la seguridad, la trazabilidad y el control operacional de toda la faena. En RCA-D creemos que la innovación debe demostrarse en terreno, con resultados medibles y valor para las personas. Por ello, proponemos implementar un piloto de RY2 Digital Signage que marque el inicio de una nueva generación de comunicación operacional para Minera Escondida."

Sistema aforo mina

Innovamos para un futuro más seguro

1. Digitalización de la operación:

Elimina la dependencia de señalética manual o estática, migrando a un sistema dinámico y programable en tiempo real.

2. Control centralizado (Full Remote Operation):

Gestión de todas las pantallas desde una única plataforma (RCA-D), con monitoreo en línea del estado de cada unidad.

3. Alta visibilidad operacional:

Pantallas diseñadas para condiciones mineras:

- Alta luminosidad (nits elevados)
- Lectura a larga distancia
- Bajo estrés visual comparado con señalética convencional

4. Escalabilidad modular:

Sistema adaptable desde pocas unidades hasta cobertura total de la faena (accesos, zonas críticas, rutas CAEX).

5. Autonomía energética:

Operación independiente de la red eléctrica, reduciendo costos de instalación y aumentando flexibilidad operacional.

6. Integración tecnológica:

Capacidad de integrarse con:

- Sistemas de despacho (FMS – Fleet Management System)
- Plataformas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- Sistemas internos de seguridad y operación

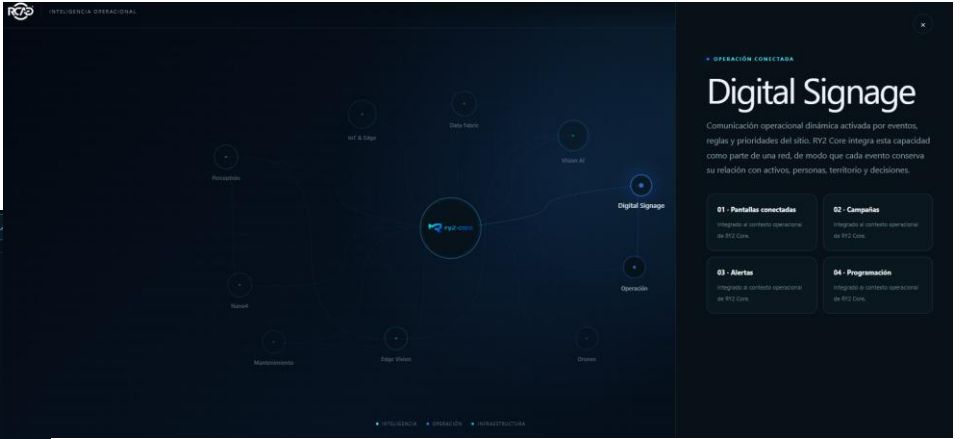
Ventajas Tecnológica

Innovamos para un futuro más seguro

BENEFICIOS OPERACIONALES Y ESTRATÉGICOS

1. Seguridad operacional aumentada
2. Trazabilidad y control de accesos
3. Eficiencia operativa
4. Reducción de costos (OPEX)
5. Flexibilidad y adaptabilidad
6. Valor estratégico (Tecnología RCA-D)

La integración con RY2 Digital Signage™ convierte las pantallas LED móviles en un sistema inteligente de comunicación y control operacional, permitiendo administrar de forma centralizada la información crítica de la operación minera. La plataforma supervisa en tiempo real el estado de cada acceso, transmite alertas, procesos de tronadura y contenido dinámico, además de integrar cámaras HD e Identificadores Digitales para validar el ingreso y salida de vehículos. Toda la información es registrada y analizada para mantener un aforo exacto del área mina, generar trazabilidad completa de los equipos y proporcionar herramientas que fortalecen la seguridad, la toma de decisiones y la transformación digital de la operación.



Plataforma RY2Core.
Creamos Tecnologías que salva Vidas



GRACIAS

RCa-D Ingeniería, Autorización y Servicios SpA.