POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS | suma 5.0 | educa comunica y cultura preventiva



VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

Plan Nacional de Educación Multimodal en SST 2026

Talentos que **hacen país**

Positiva Prevención

GRUPO BICENTENARIO

POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS | suma 5.0 | educa comunica y cultura preventiva

Comunidad Nacional de Conocimiento en

Prevención de Peligros en el Sector Minería

Talentos que **hacen país**



VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA



SESIÓN 8:
MONITOREO CONTINUO - APUESTA HACIA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO MINERO



JOSÉ ALFREDO GUÍO GARZON

COMUNIDAD NACIONAL DE CONOCIMIENTO EN PREVENCIÓN DE PELIGROS EN EL SECTOR MINERÍA

josealfredog@hotmail.com

3108717198



Perfil profesional:

Ingeniero en Minas, experiencia de 35 años en Minería
Especialista en salud Ocupacional y protección de Riesgos Laborales
Magister en Seguridad y Salud en el trabajo, experiencia de 23 años en SST
Entrenador Ludico Internacional en SST
Entrenador en labores mineras Bajo tierra
Auditor interno ISO 9001, 14001, 18001, 45000
Experto en ventilación de minas Subterráneas

Ruta del **conocimiento**

01

SESIÓN 1:
NORMATIVIDAD ACTUALIZADA EN SST EN EL SECTOR MINERO - AÑO 2026

02

SESIÓN 2:
MEDICIONES AMBIENTALES A DESARROLLAR EN EL SECTOR MINERO PARA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES LABORALES

03

SESIÓN 3:
SISTEMAS DE VENTILACIÓN DE MINAS INTELIGENTES

04

SESIÓN 4:
DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL SOSTENIMIENTO DE MINAS

05

SESIÓN 5:
HACIA UNA MINERÍA A CIELO ABIERTO CON ALTA TECNOLOGÍA - DECRETO 0539/2022

Ruta del **conocimiento**

06

SESIÓN 6:
BRIGADAS DE EMERGENCIA EN MINERÍA “MÁS ALLÁ DEL RESCATE FÍSICO.”

07

SESIÓN 7:
INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE TRABAJO CON EL APOYO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

08

SESIÓN 8:
MONITOREO CONTINUO - APUESTA HACIA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO MINERO

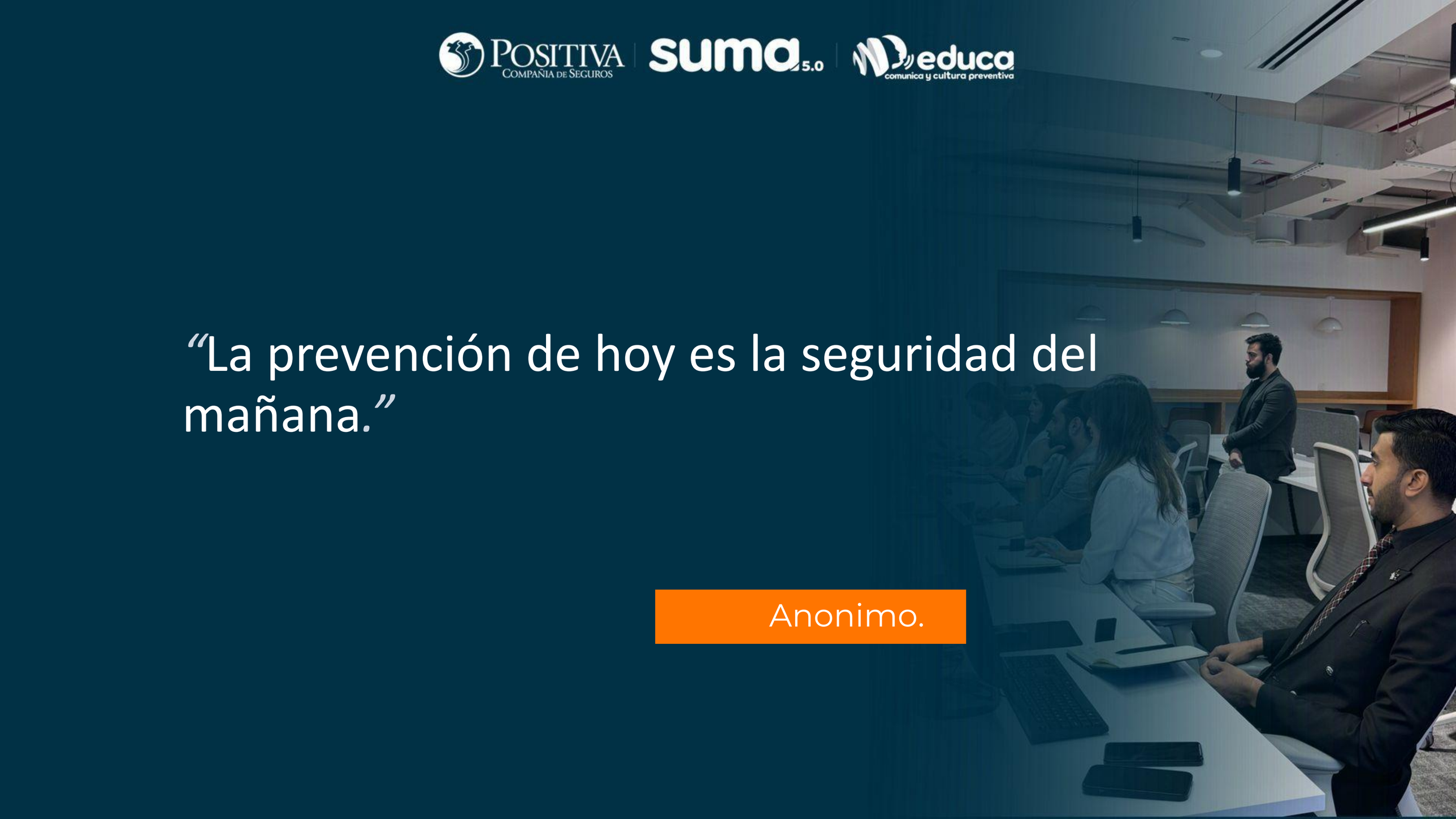
09

SESIÓN 9:
CONTROL DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS Y TÉCNICAS DE INERTIZACIÓN DE MINAS

POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS | suma 5.0 | educa comunica y cultura preventiva

Evaluémonos





“La prevención de hoy es la seguridad del mañana.”

Anonimo.

Contenido

01. **Fundamentos del sistema de monitoreo continuo**
QUÉ ES, PARA QUÉ EXISTE Y CÓMO SE INSTALA

02. **SISTEMAS DE MONITOREO CONTINUO**

03. **APUNTES IMPORTANTES SOBRE EL SISTEMA DE MONITOREO CONTINUO**

Estadísticas

Generalidades



Objetivo

01. Dar a conocer los sistemas de monitoreo continuo implementados

02. Indicar sobre la importancia de mediciones de condiciones atmosfericas en tiempo real

03. Definir aspectos practicos del monitoreo.



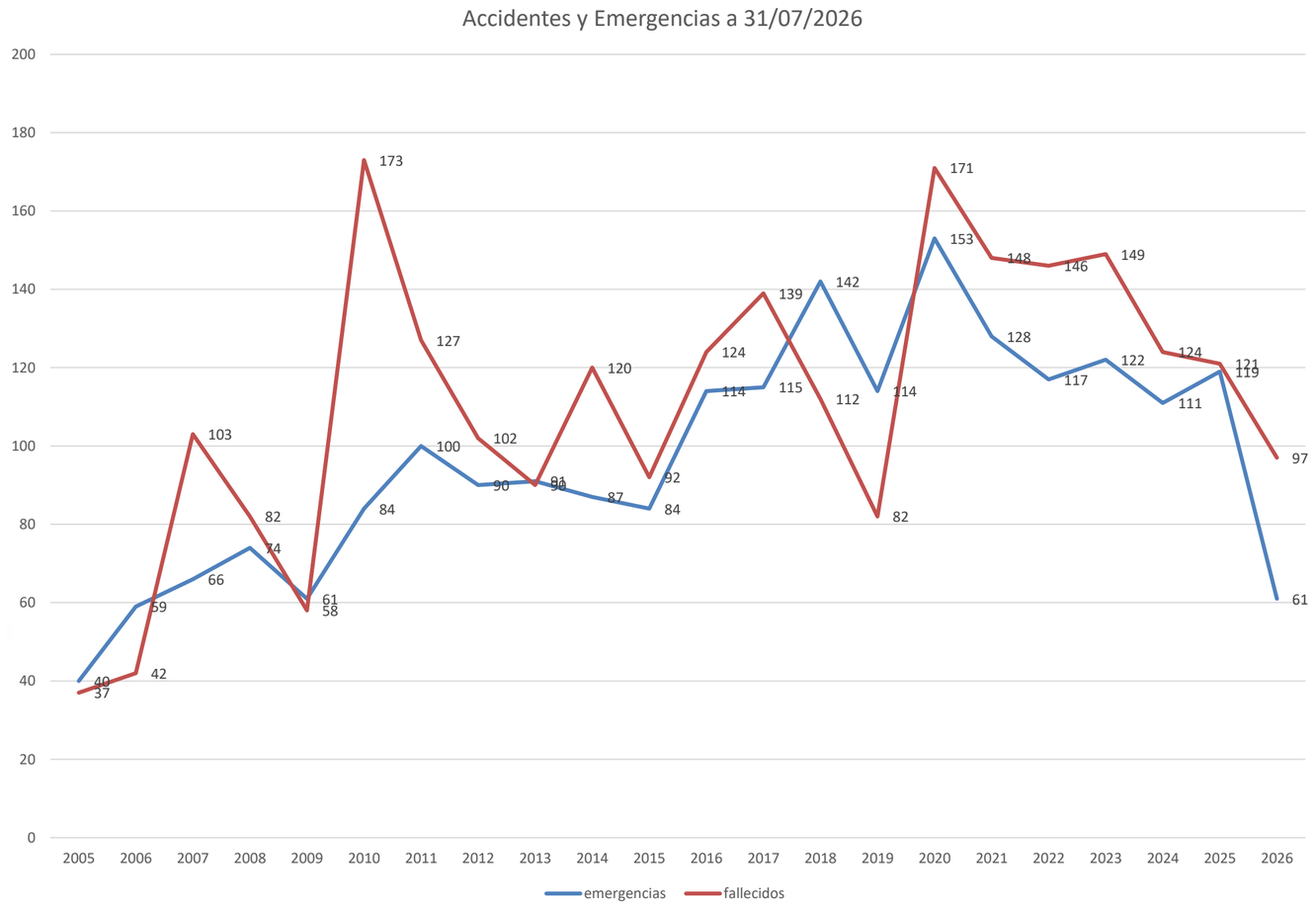
Contexto actual



- Sistemas de Monitoreo anticuados.
- Sistemas de monitoreo instalados y no usados.
- Sistemas de monitoreo descalibrados
- No se encuentran cerca de los avances de las labores.
- Diversidad de opiniones al respecto
- Costos altos de estos sistemas



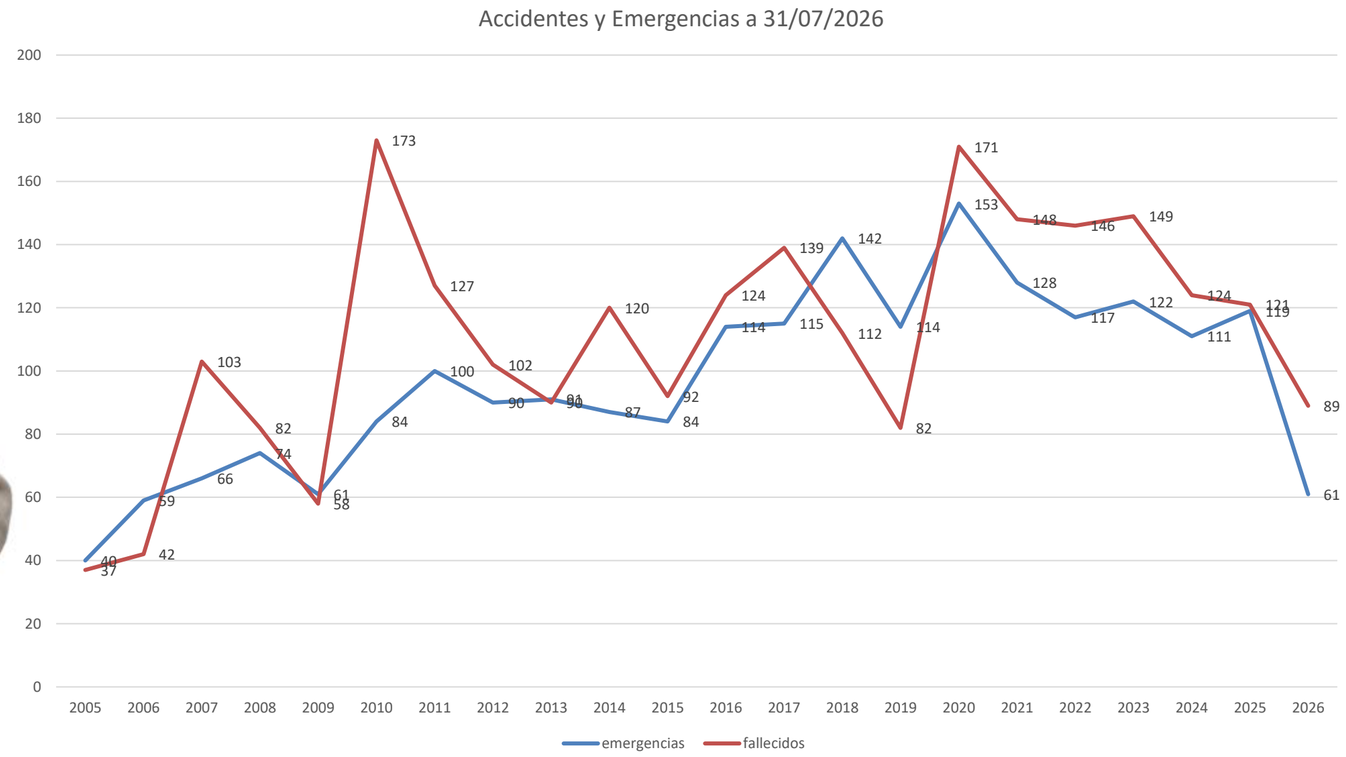
Fatalidades a 31/07/2026

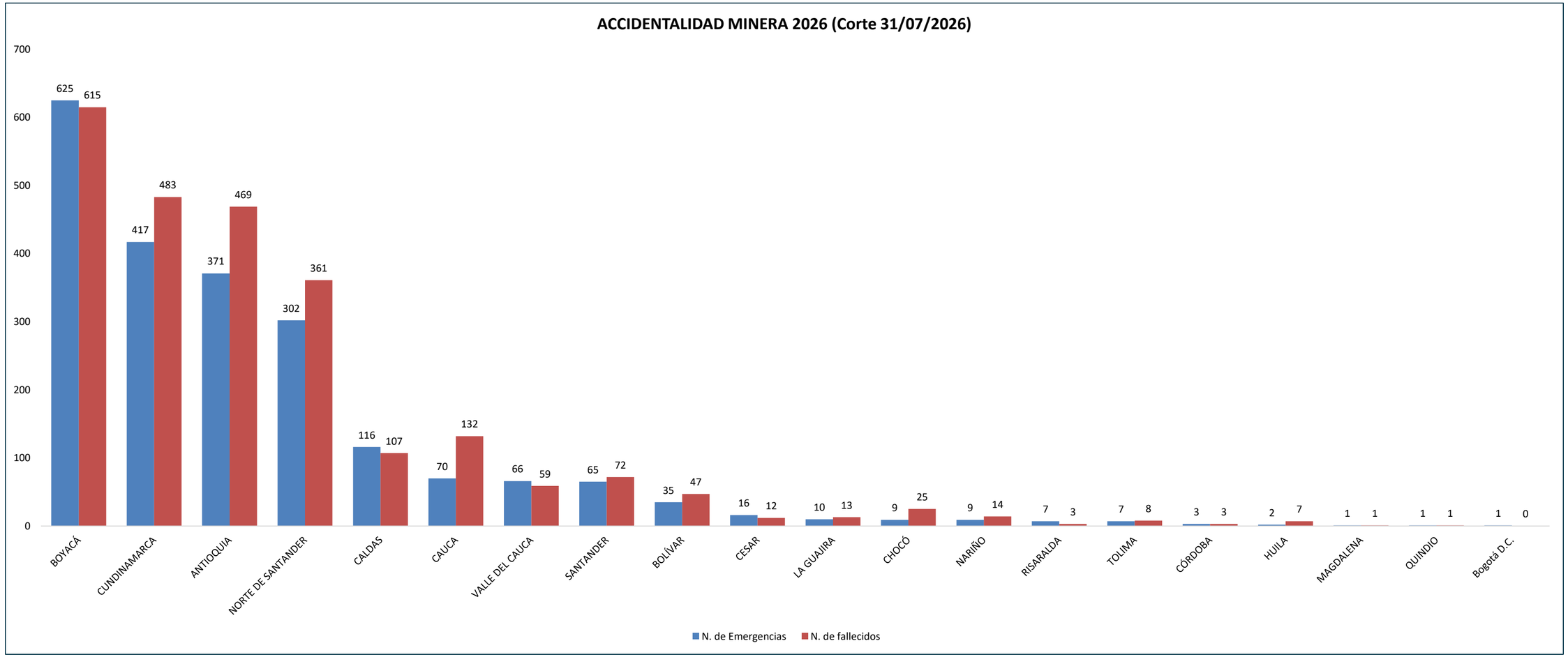




Fatalidades a 31/07/2026

ANM




ACCIDENTALIDAD MINERA 2026 (Corte 31/07/2026)
700
600
500
400
300
200
100
0
625
615
417
483
371
469
302
361
116
107
70
132
66
59
65
72
35
47
16
12
10
13
9
25
9
14
7
3
7
8
3
3
2
7
1
1
1
1
1
0
BOYACÁ
CUNDINAMARCA
ANTIOQUIA
NORTE DE SANTANDER
CALDAS
CAUCA
VALLE DEL CAUCA
SANTANDER
BOLÍVAR
CESAR
LA GUAJIRA
CHOCÓ
NARIÑO
RISARALDA
TOLIMA
CÓRDOBA
HUILA
MAGDALENA
QUINDIO
Bogotá D.C.
N. de Emergencias
N. de fallecidos

¿Por qué monitorear de forma continua?

La atmósfera subterránea cambia mientras la operación está en marcha.

- Los gases pueden acumularse o desplazarse con cambios en la ventilación.
- Una lectura puntual describe un momento; una serie continua muestra tendencias.
- Las alarmas oportunas permiten detener tareas, evacuar y verificar condiciones.
- El sistema complementa —no reemplaza— la inspección, la medición portátil ni el criterio técnico.

ANTES

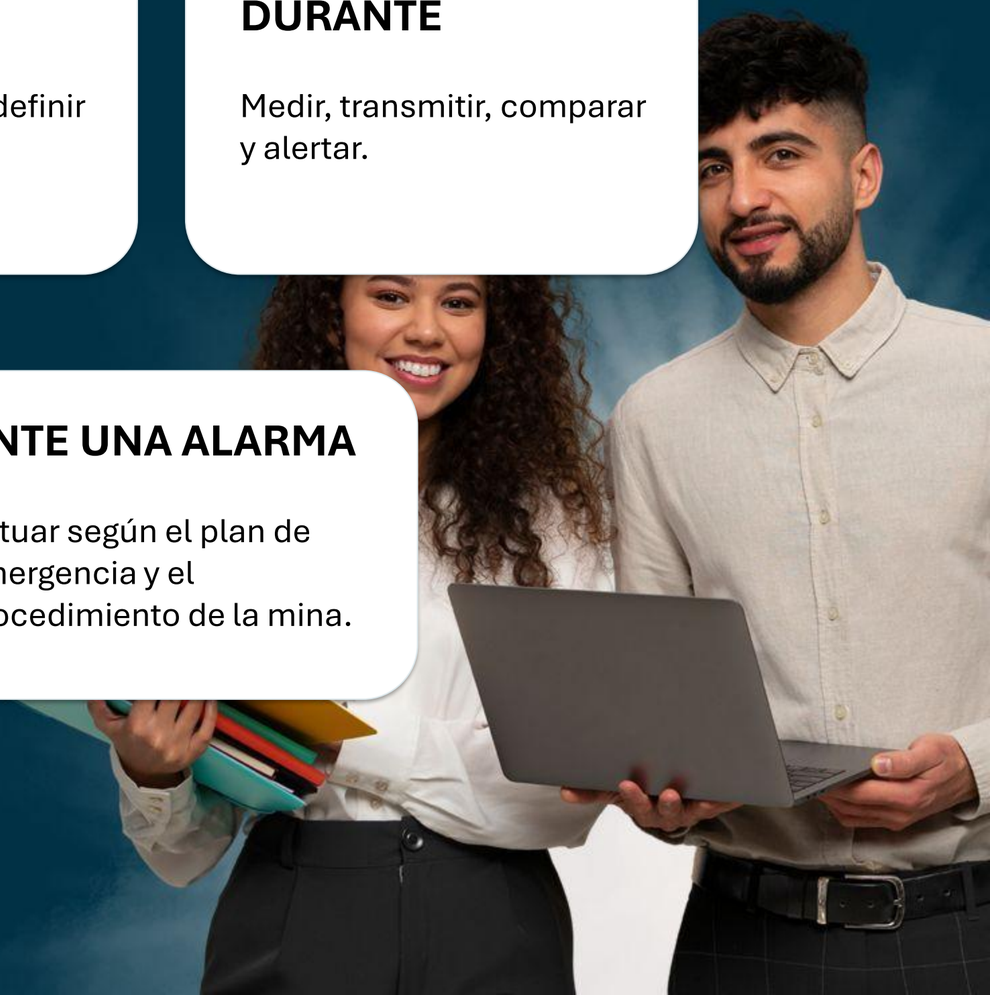
Identificar peligros y definir puntos críticos.

DURANTE

Medir, transmitir, comparar y alertar.

ANTE UNA ALARMA

Actuar según el plan de emergencia y el procedimiento de la mina.



Objetivo: detectar desviaciones antes de que escalen.

¿Qué condiciones atmosféricas medir?



CH_4 • Metano

Riesgo de incendio/explosión; controlar concentración y tendencias.

O_2 • Oxígeno

Detectar deficiencia o enriquecimiento de oxígeno.

CO • Monóxido de carbono

Gas tóxico; posible indicador de combustión o incendio.

CO_2 • Dióxido de carbono

Puede desplazar oxígeno y acumularse en zonas mal ventiladas.

H_2S • Ácido sulfhídrico

Gas tóxico; definir vigilancia según evaluación del riesgo.

NO_x • Gases nitrosos

Relevantes tras voladuras y en escenarios de exposición.

Complementarias según evaluación: temperatura, humedad, velocidad y caudal de aire, presión diferencial y otros contaminantes específicos.

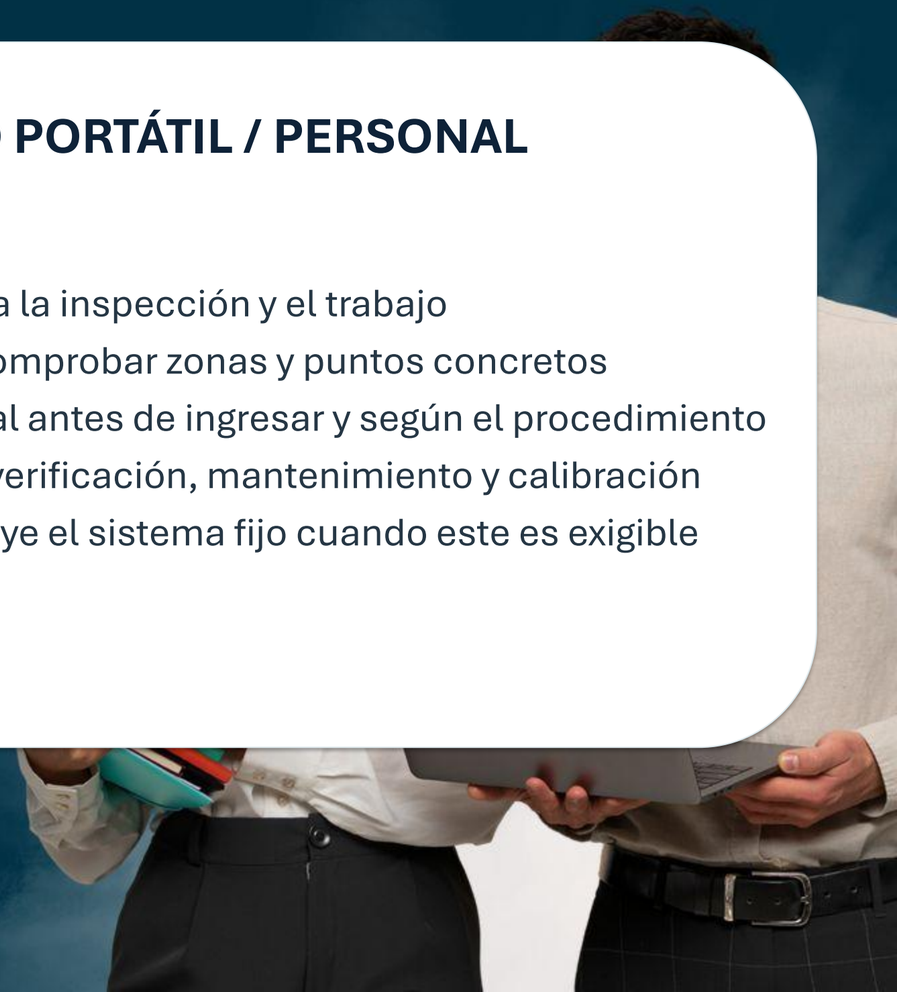
Monitoreo continuo vs. medición portátil

SISTEMA FIJO / CONTINUO

- Sensores instalados en puntos estratégicos
- Lecturas periódicas automáticas
- Alarmas locales y/o en superficie
- Tendencias, históricos y trazabilidad
- Útil para vigilancia sostenida de zonas críticas

EQUIPO PORTÁTIL / PERSONAL

- Acompaña la inspección y el trabajo
- Permite comprobar zonas y puntos concretos
- Es esencial antes de ingresar y según el procedimiento
- Requiere verificación, mantenimiento y calibración
- No sustituye el sistema fijo cuando este es exigible



Arquitectura típica del sistema

1. SENSOR

Detecta gas o variable

2. CONTROLADOR

Procesa y compara límites

3. COMUNICACIÓN

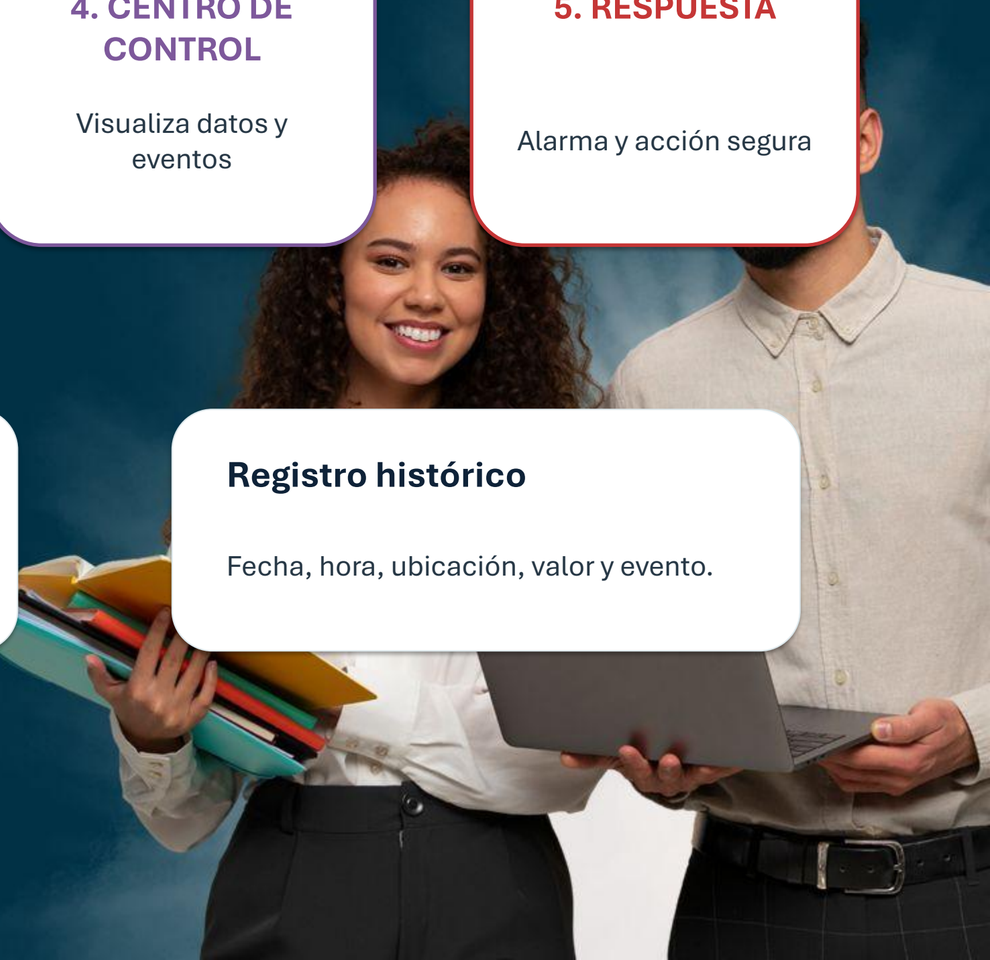
Cable / fibra / radio aprobado

4. CENTRO DE CONTROL

Visualiza datos y eventos

5. RESPUESTA

Alarma y acción segura



Energía y respaldo

UPS/batería y estrategia ante cortes.

Alarmas redundantes

Visuales, audibles y remotas según diseño.

Registro histórico

Fecha, hora, ubicación, valor y evento.

Sensores y tecnologías de detección

- Metano: sensores infrarrojos o catalíticos, según diseño y certificación.
- Oxígeno y gases tóxicos: celdas electroquímicas, según el gas objetivo.
- Velocidad/caudal: anemometría y medición en puntos representativos.
- Temperatura y humedad: sensores ambientales para contexto operacional.
- Cada tecnología tiene límites de detección, interferencias, vida útil y requisitos de mantenimiento.

Material particulado

No todos los sensores son intercambiables

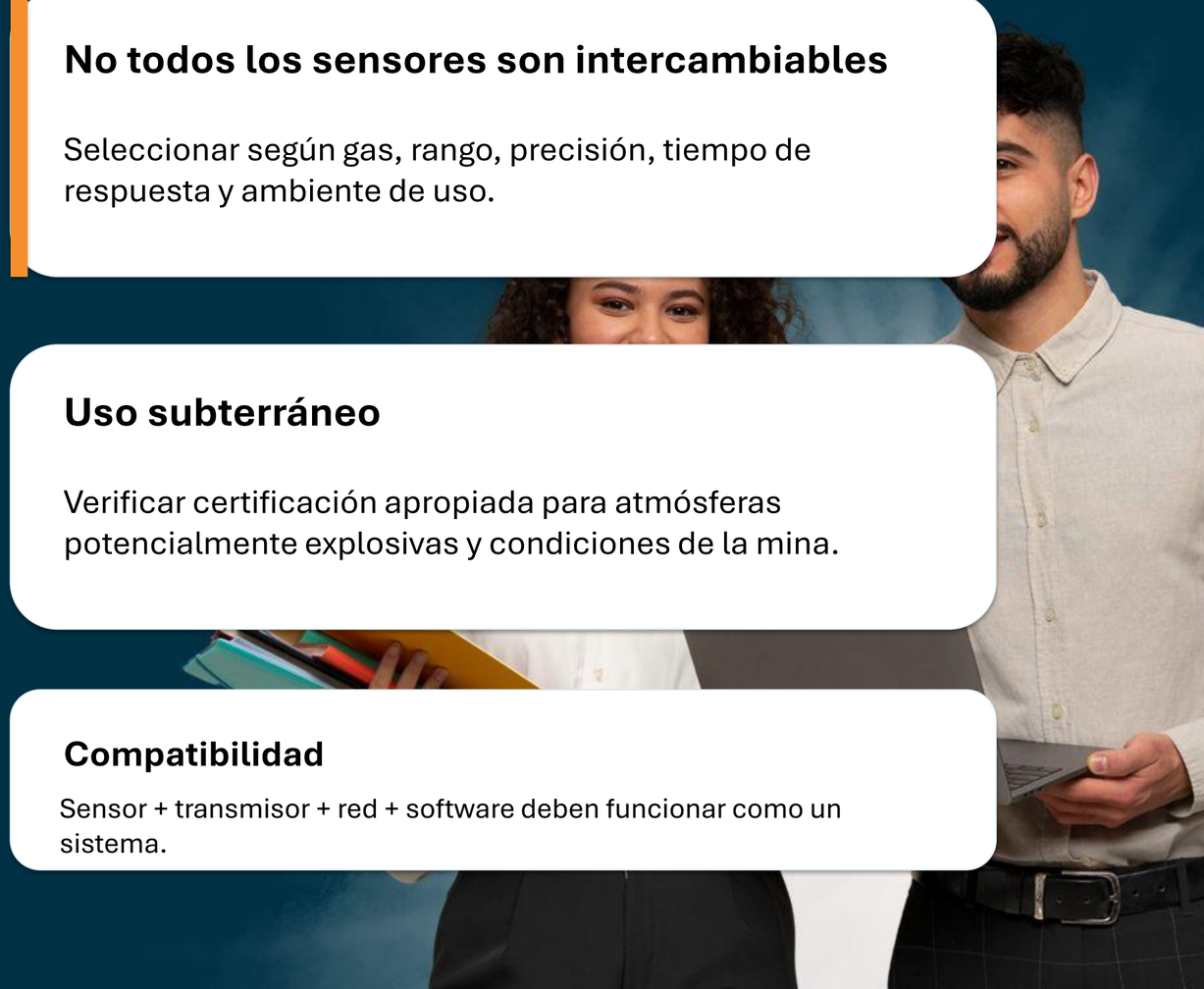
Seleccionar según gas, rango, precisión, tiempo de respuesta y ambiente de uso.

Uso subterráneo

Verificar certificación apropiada para atmósferas potencialmente explosivas y condiciones de la mina.

Compatibilidad

Sensor + transmisor + red + software deben funcionar como un sistema.



Ubicación estratégica de los sensores

06 • DISEÑO DE COBERTURA

La ubicación debe responder al análisis de peligros y al circuito de ventilación.

- Frentes de avance y explotación.
- Vías principales de ventilación y transporte.
- Cruces, retornos, puntos de posible acumulación y zonas de baja circulación.
- Equipos, bandas, estaciones eléctricas y áreas de bombeo, según riesgo.
- Comunicaciones con labores antiguas y sectores aislados o con indicios de incendio.

ESQUEMA CONCEPTUAL (no a escala)



Los puntos y alturas reales se definen en campo por personal competente.

Alarmas, umbrales y lógica de respuesta

07 • GESTIÓN DE EVENTOS

Los límites deben configurarse conforme a la norma aplicable, la clasificación de la mina, el fabricante y el procedimiento aprobado.

ALERTA

Tendencia anormal o primer umbral.

- Confirmar lectura y ubicación
- Avisar al responsable
- Revisar ventilación

ALARMA

Umbral de acción alcanzado.

- Suspender tarea afectada
- Retirar personal según protocolo
- Activar respuesta definida

EMERGENCIA

Condición peligrosa o incertidumbre crítica.

- Evacuar según plan
- Aislar/impedir ingreso
- Notificar y verificar antes de reingresar

Nunca se debe anular una alarma, ingresar para "comprobar" sin autorización ni reanudar labores solo porque la lectura vuelva a la normalidad.



Comunicación, software y centro de control

08 • DATOS Y DISPONIBILIDAD

Transmisión

Cableado, fibra o comunicación inalámbrica seleccionada para el entorno minero.

Visualización

Plano de mina, valor actual, tendencia, estado del sensor y alarmas activas.

Registro

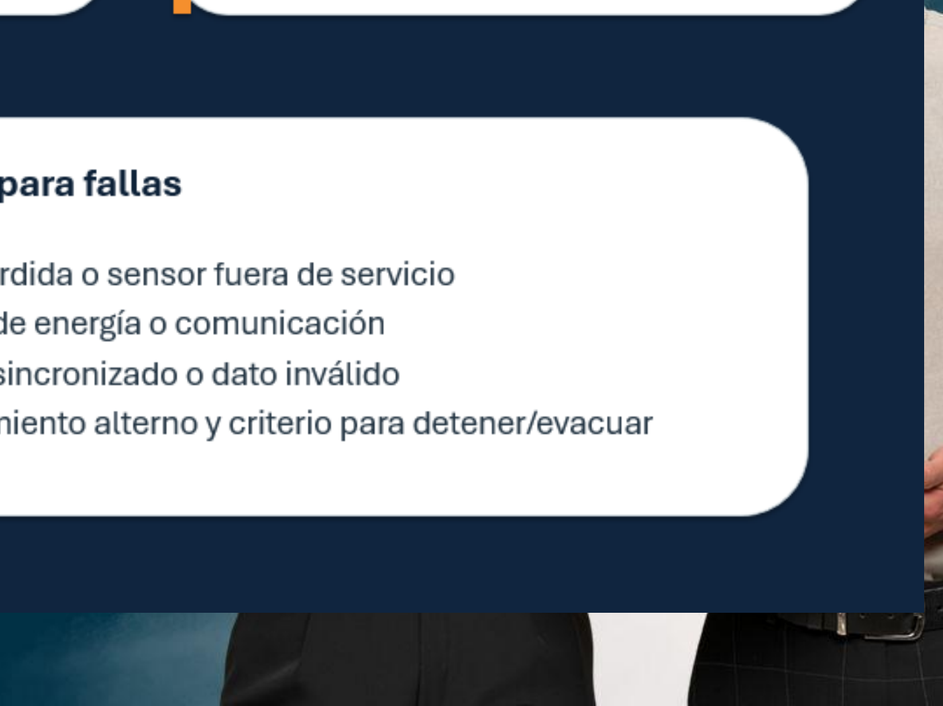
Históricos, exportación, eventos, acuses de recibo y trazabilidad de acciones.

Datos mínimos recomendados por evento

- Fecha/hora sincronizada y ubicación del sensor.
- Variable, unidad, valor, estado y calidad de señal.
- Alarma, responsable notificado y acción tomada

Diseñar para fallas

- Señal perdida o sensor fuera de servicio
- Pérdida de energía o comunicación
- Reloj desincronizado o dato inválido
- Procedimiento alterno y criterio para detener/evacuar



Calibración, verificación y mantenimiento

09 • CONFIABILIDAD

1 — Inspección

Daños, limpieza, conexiones y estado del sensor.

2 — Prueba funcional

Comprobar respuesta con gas patrón según fabricante.

3 — Calibración

Personal capacitado, gas certificado y trazabilidad.

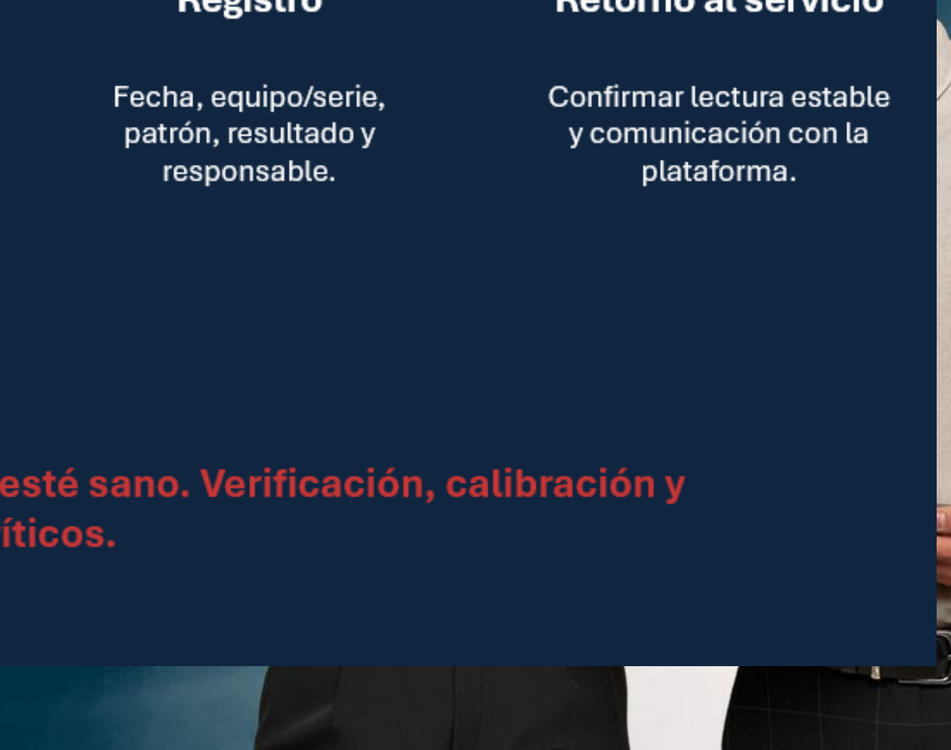
4 — Registro

Fecha, equipo/serie, patrón, resultado y responsable.

5 — Retorno al servicio

Confirmar lectura estable y comunicación con la plataforma.

Una lectura aparentemente normal no garantiza que el sensor esté sano. Verificación, calibración y mantenimiento son controles críticos.



Qué hacer ante una alarma o pérdida de señal

1. RECIBIR

Identificar variable, ubicación, valor y hora.

2. PROTEGER

Detener la actividad y aplicar el protocolo de la mina.

3. RETIRAR

Evacuar la zona afectada cuando así lo indique el procedimiento.

4. COMUNICAR

Informar al supervisor, responsable de ventilación y centro de control.

5. VERIFICAR

Personal autorizado evalúa atmósfera, ventilación y funcionamiento del sistema.

6. AUTORIZAR

Reingreso solo tras verificación documentada y autorización formal.

Pérdida de señal = condición que debe gestionarse; no equivale a atmósfera segura.

Marco normativo colombiano: puntos clave

Tomar como referencia el texto vigente y consolidado del Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas.

Decreto 1886 de 2015, modificado por Decreto 944 de 2022

Art. 46: equipos de medición de gases, equipos calibrados y apropiados para uso subterráneo.

Artículo 47

Monitoreo permanente de metano y oxígeno en minas de carbón categoría III, en los puntos definidos por la norma.

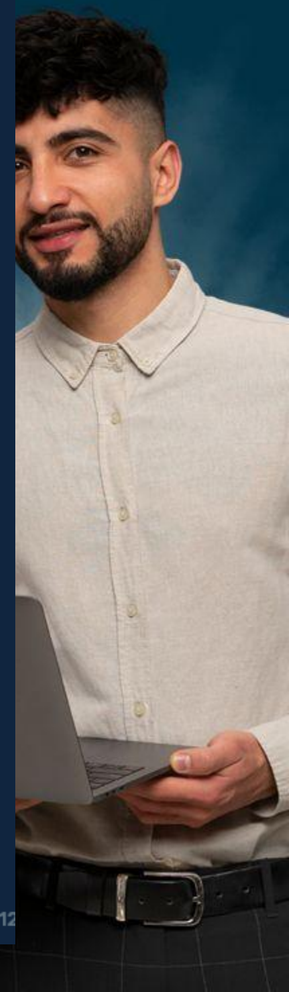
Artículos 48 y 49

Monitoreo continuo de CO y O_2 en escenarios especificados de focos activos de incendio y uso de motores de combustión interna.

Artículos 50 y 51

Calibración y prueba de verificación según requisitos vigentes, programa de mantenimiento y recomendaciones del fabricante.

Importante: el monitoreo continuo no elimina las demás obligaciones de medición, registro, divulgación, ventilación y control de ingreso.



Plan de implementación en la mina

12 • PUESTA EN MARCHA

FASE 1

Diagnóstico

Clasificación de la mina, gases previsibles, ventilación, planos, riesgos y brechas.

FASE 2

Diseño

Variables, puntos de medición, rangos, alarmas, comunicaciones, respaldo y presupuesto.

FASE 3

Instalación

Montaje, certificaciones, integración, pruebas funcionales y aceptación.

FASE 4

Operación

Capacitación, roles, respuesta a alarmas, mantenimiento y auditoría periódica.

Entregables mínimos: plano de sensores, matriz de alarmas, procedimiento de respuesta, hojas de vida, certificados, registros y plan de mantenimiento.



Indicadores para evaluar el desempeño

Disponibilidad

% de tiempo en que el sistema está operativo.

Sensores fuera de servicio

Número, duración y causa de indisponibilidad.

Alarmas atendidas

% atendido dentro del tiempo definido.

Pruebas y calibraciones

% ejecutado dentro del programa.

Eventos repetitivos

Tendencias por zona, turno, variable y causa.

Acciones cerradas

% de hallazgos con cierre verificado.

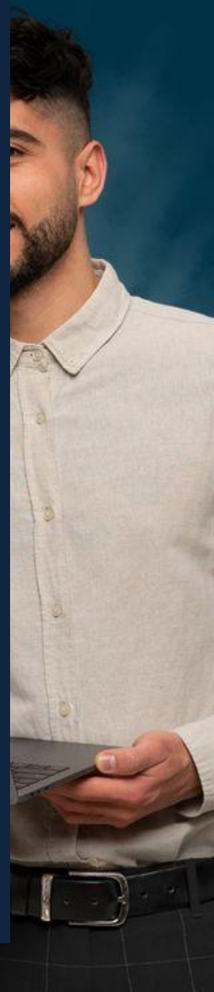
Revisar indicadores en reuniones de seguridad y ajustar el sistema ante cambios en la explotación o ventilación.



Errores frecuentes que deben evitarse

- Instalar sensores sin estudio de ventilación ni justificación de ubicación.
- Configurar umbrales sin validar normativa, riesgo, tecnología y procedimiento.
- No comprobar alarmas audibles/visuales ni la comunicación con superficie.
- Dejar sensores vencidos, contaminados, sin calibración o sin prueba funcional.
- Ignorar una pérdida de señal, una lectura errática o una tendencia anormal.
- Asumir que el sistema reemplaza al personal competente, la ventilación o los equipos portátiles.

El sistema solo protege si las personas saben interpretar la señal y actuar de forma coordinada.



Lista de verificación para el responsable de la mina

15 • HERRAMIENTA PRÁCTICA

- ☐ Riesgos y variables definidos en la evaluación de peligros.
- ☐ Plano de mina actualizado con ubicación y código de cada sensor.
- ☐ Equipos adecuados para uso subterráneo y ambiente potencialmente explosivo.
- ☐ Alarmas, responsables, canales de comunicación y acciones definidos.
- ☐ Energía y comunicación: respuesta prevista ante fallas.
- ☐ Calibración, verificación, mantenimiento y registros al día.
- ☐ Personal entrenado y simulacros/ejercicios de respuesta realizados.
- ☐ Criterios documentados para detener, evacuar y autorizar reingreso.

La lista debe adaptarse a la categoría, mineral, diseño y riesgos específicos de cada explotación.



Referencias técnicas y normativas

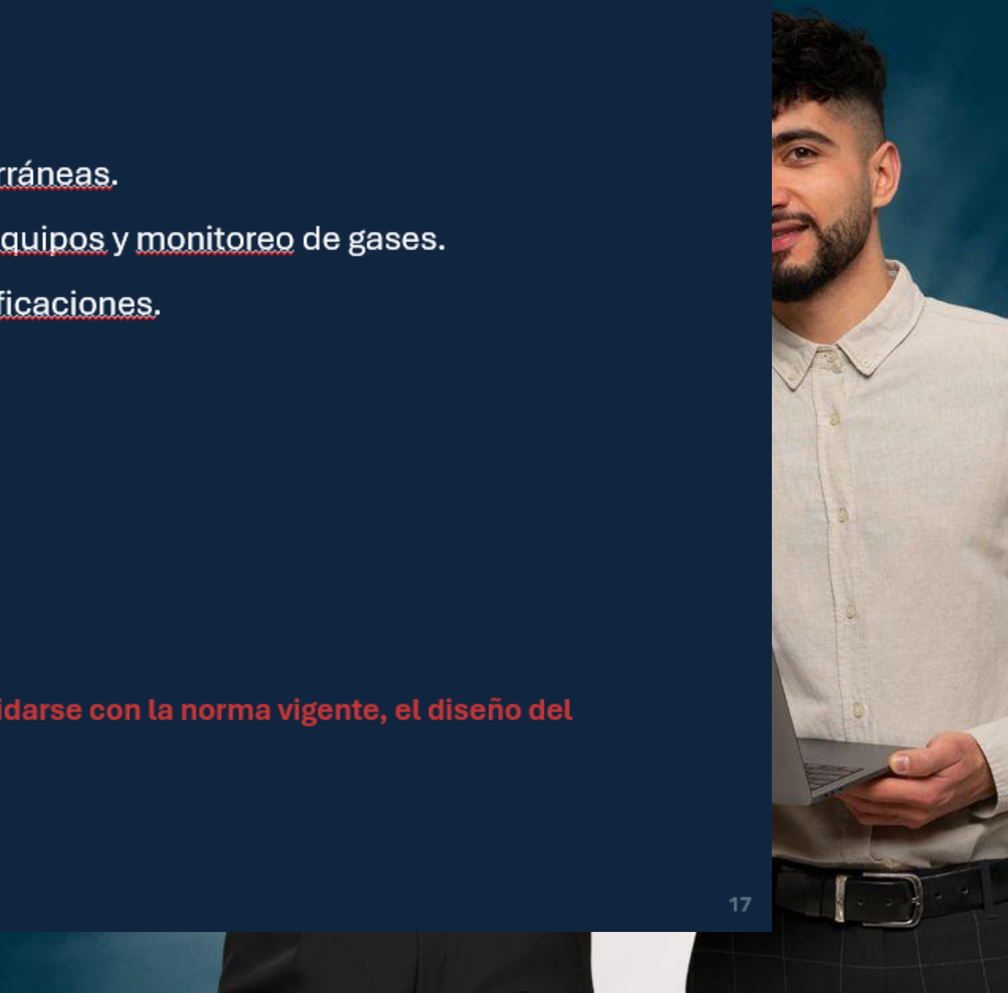
Fuentes principales utilizadas para estructurar la presentación:

- Decreto 1886 de 2015 — Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas.
- Decreto 944 de 2022 — modificaciones al reglamento, incluidos artículos sobre equipos y monitoreo de gases.
- Gestor Normativo de Función Pública: texto del Decreto 1886 de 2015 y sus modificaciones.

Consulta normativa oficial:

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65325

Nota: material de formación. Los valores de alarma y las decisiones operativas deben validarse con la norma vigente, el diseño del sistema, el fabricante y el responsable técnico de la mina.





Conclusiones.

- Se debe contar con sistemas de monitoreo continuo en las labores mineras para hacer mediciones en tiempo real de las condiciones atmosfericas.
- Al conocer lo que pasa en la atmosfera minera se toman deciiones de seguridad inmediatamente

e

Bibliografías

- Agencia nacional de minería estadisticas
- Ley 9 de 1979
- Decreto 2490 de 1979
- Ministerio de minas y energía 2015-2026.
- Ministerio del trabajo 1979-2026
- Ministerio de salud 2000-2026.
- Administradoras de riesgos laborales. 2026
- Estudio de calidad del aire de las minas en Colombia 2026

POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS | suma 5.0 | educa comunica y cultura preventiva

Evaluémonos



Preguntas



POSITIVA COMPAÑIA DE SEGUROS | suma 5.0 | educa comunica y cultura preventiva | posipedia



Recuerda que Positiva tiene para ti:

posipedia

https://www.posipedia.com.co/

- Cursos virtuales
- Artículos
- Audios
- Juegos digitales
- OVAs
- Guías
- Mailings
- Videos

POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS | suma 5.0 | educa comunica y cultura preventiva

¿Quieres profundizar tus conocimientos y potenciar tus competencias en SST?

¡Capacítate y fortalece
la seguridad de tu empresa!

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

Escanea e inscríbete

CURSOS

VIRTUALES SG-SST DE 50 Y 20 HORAS



Para trabajadores de todas las empresas, áreas y sectores.

¡TE ESPERAMOS!

Positiva Prevención

GRUPO BICENTENARIO

POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS | suma 5.0 | educa comunica y cultura preventiva



¡CONÉCTATE A NUESTRO CANAL de WhatsApp!

POSITIVA PREVENCIÓN

Descubre campañas, novedades y tips en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) que te ayudarán a fortalecer tu bienestar y la cultura de prevención laboral.

¡Únete y sé parte de la comunidad de Positiva!

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA