



PredictORS
30-15-15



Primer Centinela
PREDICTIVO en México

Grupo ORS y Grupo Seelect

Somos una alianza corporativa formada por las empresas **Grupo ORS Consultores Eléctricos Especializados y Suministros Especiales Eléctricos**, que decidió juntar sus fortalezas y conocimientos para desarrollar estrategias que nos permitan crear aplicaciones que ayuden a la minería, nuestro principal enfoque es la **Seguridad Eléctrica**. Sabemos que el mejor capital de una empresa es el capital humano, entre más seguridad se implemente en una mina, mayor será su productividad.

Como resultado, **Grupo ORS y Grupo Seelect** en colaboración con Fresnillo PLC Tiro San Luis han desarrollado el primer Centinela Predictivo en México.



Centinela PredictORS 30-15-15



Dos años de investigación y desarrollo, resultados:

- Operación por abajo de los estándares de seguridad establecidos por la minería de 30mA y 30mS.
 - Predictor funciona en: 27 mA, 15mS
 - Puntos de mejora en seguridad:
 - Monitoreo de la resistencia del bucle de tierras.
 - Ploga militar en gabinete para pruebas de osciloscopio sin necesidad de abrir el gabinete energizado.
- Sistema predictivo de falla a tierra.
 - Sistema de Alarmas programadas
 - Mantenimiento Basado en Condición
- Monitoreo en tiempo real
 - Corriente de falla
 - Resistencia del bucle de tierra

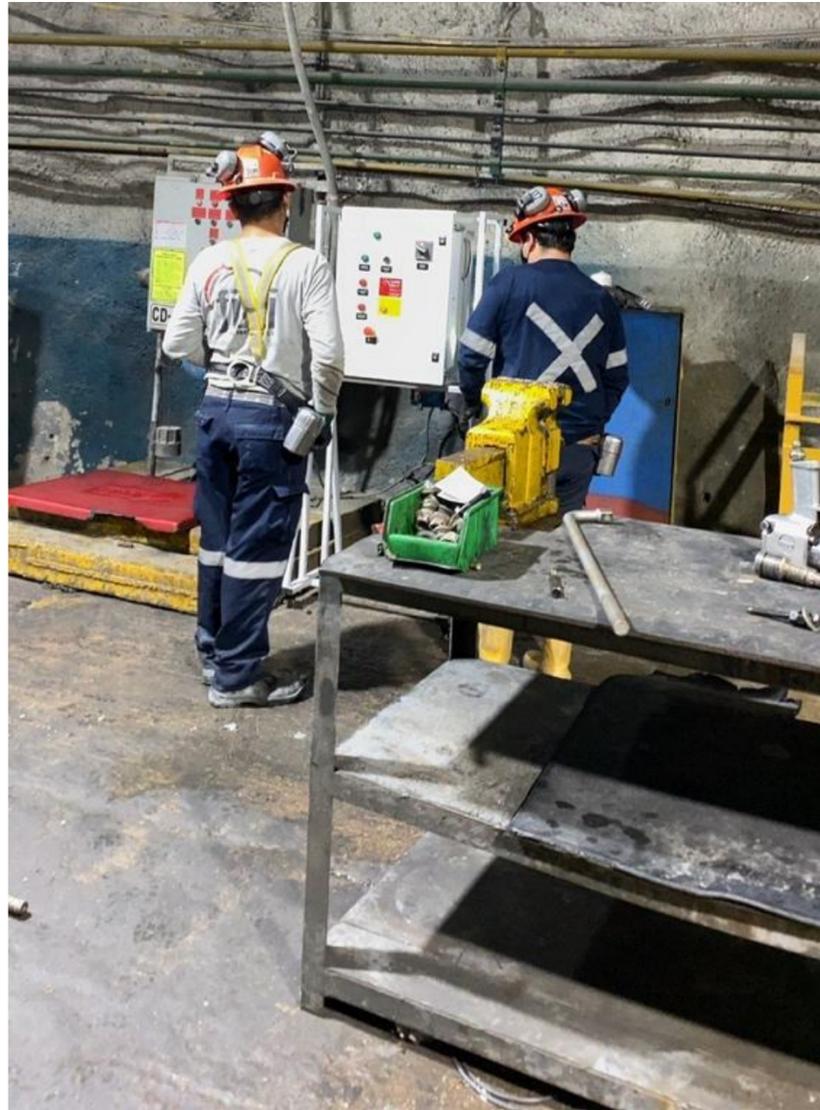
Pruebas hechas en campo



Agosto 4 2022, pruebas en taller superficie Tiro General:

- Modelos sometidos a prueba:
 - Centinela PredictORS integrado por:
 - Monitor de corriente residual RCM420-D-4
 - RC48C verificador de la integridad del hilo piloto.
- Resultado:
 - Desconexión del Centinela PredictORS sin carga en 12 a 14mS a 24mA.
 - Verificación efectiva del conductor de tierra a través del hilo piloto.

Pruebas hechas en campo



Agosto 8 2022, pruebas en taller interior mina Tiro General:

- Modelos sometidos a prueba:
 - Centinela PredictORS integrado por:
 - Monitor de corriente residual RCM420-D-4.
 - RC48C verificador de la integridad del hilo piloto.
 - Centinela convencional usado actualmente.
- Resultado:
 - Desconexión PredictORS sin carga, 12 mS a 24mA.
 - Desconexión centinela convencional sin carga, 688 ms a 24mA.
 - Desconexión PredictORS con carga, 208 mS a 24mA.
 - Desconexión centinela convencional con carga, 1028mS en adelante a 24mA.
 - Verificación efectiva del conductor de tierra a través del hilo piloto con el RC48c de Bender.

Pruebas hechas en campo

Agosto 31 2022, pruebas en taller superficie Tiro General:

- Modelos sometidos a prueba:
 - Monitor de corriente residual RCM240-D-4.
 - GM-200 verificador de conductor de tierra por frecuencia.
- Resultado:
 - Desconexión del Monitor RCM420-D-4 sin carga, 29 mS a 24mA.
 - No se logra hacer la verificación efectiva del conductor de tierra a través del hilo piloto.
 - Se cambió el GM200 instalado porque no sirvió.



Pruebas hechas en campo

Febrero 21 2023, pruebas en nicho de subestación de Tiro General:

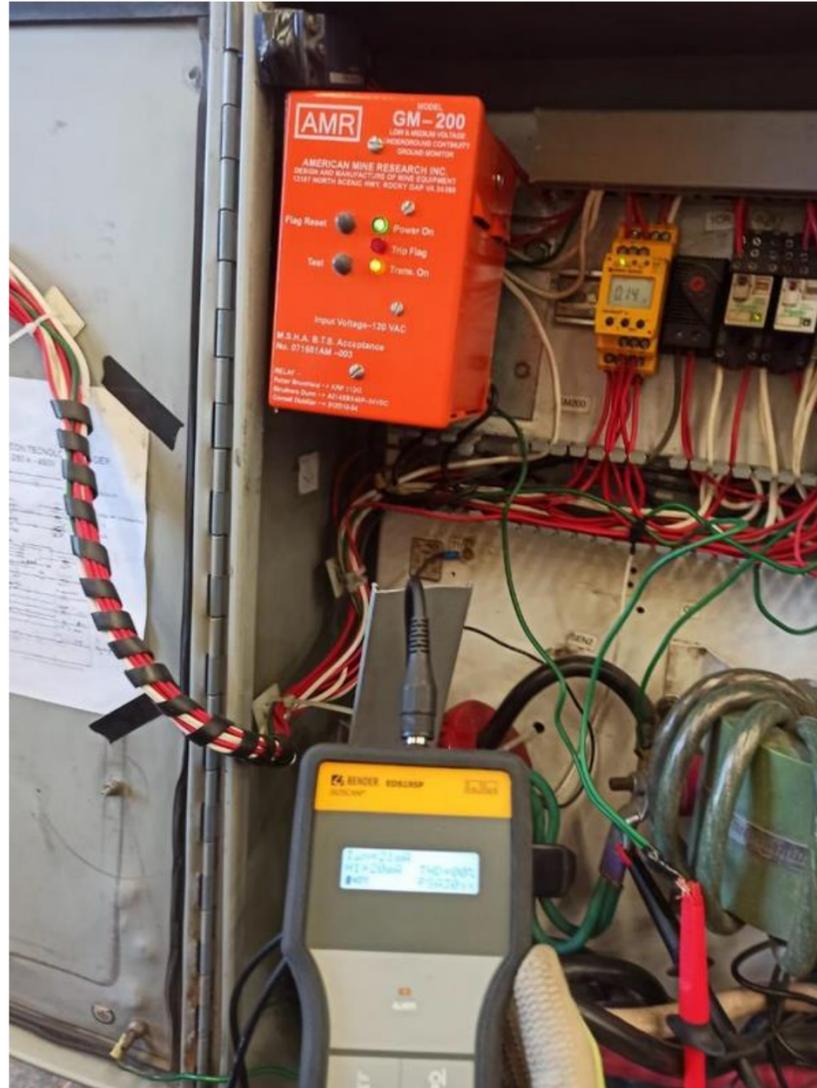


- Modelos sometidos a prueba:
 - PE Guard, integrado por:
 - Monitor de la resistencia del Bucle de Tierra MG420-D-4.
 - Monitor de corriente residual RCM420-D-4.
- Resultado:
 - Se logró detectar la ausencia y desconexión del cable desnudo de puesta a tierra de la subestación.
 - Se implementan alarmas tanto visual, como sonora, permitiendo dar a conocer al usuario si hay sustracción del conductor de tierra o si la resistencia llega a un valor crítico de 10Ω .

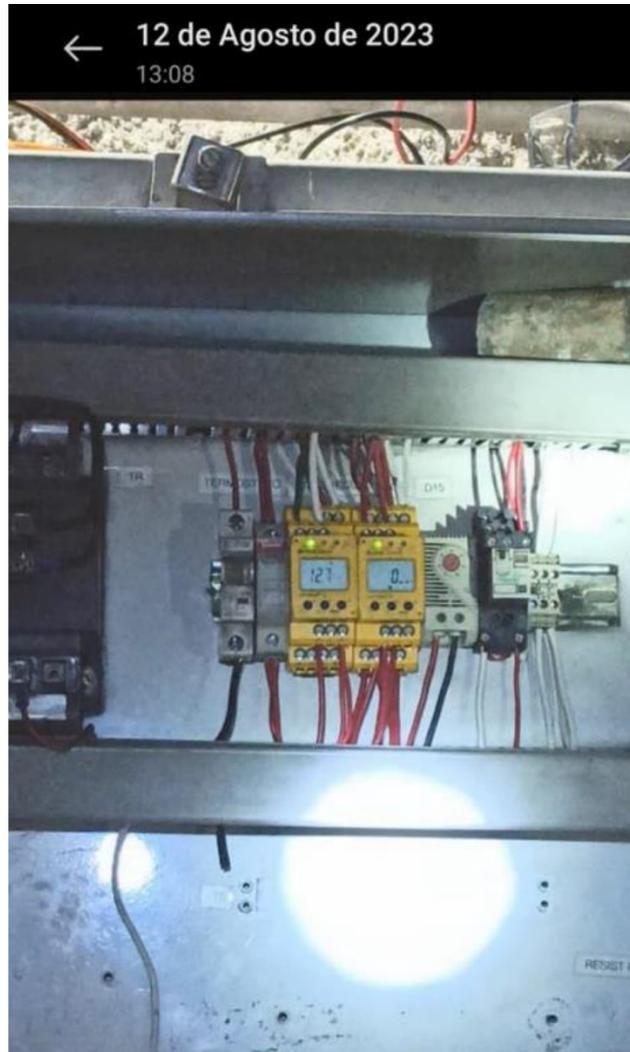
Pruebas hechas en campo

Julio 13 2023, pruebas en taller superficie de Tiro General:

- Modelos sometidos a prueba:
 - GM200 verificador de la integridad del conductor mediante frecuencia.
- Resultado:
 - Se detecta evidente presencia de corriente de falla a tierra generada por el GM200 causando problemas para lograr los parámetros de seguridad establecidos por la mina.
 - Corriente de falla generada:
 - GM200: 22-28 mA
 - Filtro del GM200: 21-44 mA
 - GM200 + Filtro: 30-80mA



Pruebas hechas en campo



Agosto 12 2023, pruebas en mina subterránea de Tiro General:

- Modelos sometidos a prueba:
 - Centinela convencional integrado por:
 - RCM420-D-4 monitor de falla a tierra
 - MG420-D-4 monitor de la resistencia del bucle de tierra.
- Resultado:
 - Se logra trabajar bajo las siguientes variables:
 - RCM420-D-4, 0-3mA
 - GM420-D-4, 5-25 Ω

Con acceso a comunicación

El Centinela **PredictORS** puede acceder a comunicación por medio del **RCM410-R-4** Monitor de Corriente Diferencial sensible a corriente alterna, mediante RS-485 con Modbus RTU.

Tiene la posibilidad de seleccionar: corriente de trabajo / reposo y comportamiento de la memoria de fallos, además de la monitorización permanente de la conexión del transformador de medida de corriente TC.



Referencias de equipo funcionando

- Modelos sometidos a prueba por más de 4 meses:
 - Centinela convencional integrado por:
 - RCM420-D-4 monitor de falla a tierra
 - MG420-D-4 monitor de la resistencia del bucle de tierra.
- Resultado:
 - Se encuentra trabajando sin novedad por más de 4 meses.
 - Referencias Ing. Mauricio Ruíz, asesor eléctrico Tiro San Luis
- Modelos sometidos a prueba por más de 1 año:
 - RCM420-D-4 monitor de falla a tierra, instalado en arrancadores de interior mina.
 - MG420-D-4 monitor de la resistencia del bucle de tierra, instalados en subestación interior mina.
- Resultado:
 - Se encuentran trabajando sin problema con más de 1 año.
 - Referencia Ing. Rafael Zúñiga, asesor eléctrico Mina Aranzazu.



Resultado

MINERA FRESNILLO, S.A. DE C.V.

CSC de Abastecimiento Boulevard Laguna Poniente No. 3200 Col. Metalúrgica, 27370 Torreón, Coah. México (871) 290 2569

Emisión: 26/SEP/2023 Entrega: 06/NOV/2023 Pedido: AF4J FRA PO711. 0000339521 Convenio: TruacCam

Proveedor: 000003336 RFC: SEE 14187076 Factura a: MINERA FRESNILLO, S.A. DE C.V. MFR971117KJ1

Suministros Especiales Eléctricos S de CALERA Mpio: CALERA Calzada Sahiló 400 No. 989 Col. Campeche La Rosita 27250 Torreón Coahuila México

Estado: Zacatecas Ciudad: CALERA País: México C Post: 98500

Ator: ERIC ALBERTO MARTINEZ PALAFOX DIRECCION COMERCIAL Teléfono: eMail: emartinez@gngpenelect.com

Calificación: Fecha: 25/SEP/2023

CondPago: % Plazo Pago % y PPP Condiciones para Liberar el Pago F Estimada Entregar Embarcar via a:

100% a 30 Dias Neto 30 dias Present. Factura 2023-12-06 TruacCam

Descripción genérica de los bienes: Dib a Aprobación Dib Certificados Cten Partes Manual Inst Op Partes Cond y lugar de entrega:

00073 - Equipo Eléctrico Refeo. Elect AF4JFRA 753743 Centinela DGT: [Redacted]

#	#Env	Entrega	Cantidad	UM	#Pñoles	# Parte - Descripción	Req ID - Ln - Env	Peso Unit	Critico	País	Fraço	Precio Unit	Importe
1	1	0-nov-23	5.00	EA		CENTINELA PREDICTORS 30-30-15 PERFORMANCE CON TECNOLOGIA BENDER	0000753743 - 1 - 1	0.00				[Redacted]	[Redacted]
								Total Kg	0.00				

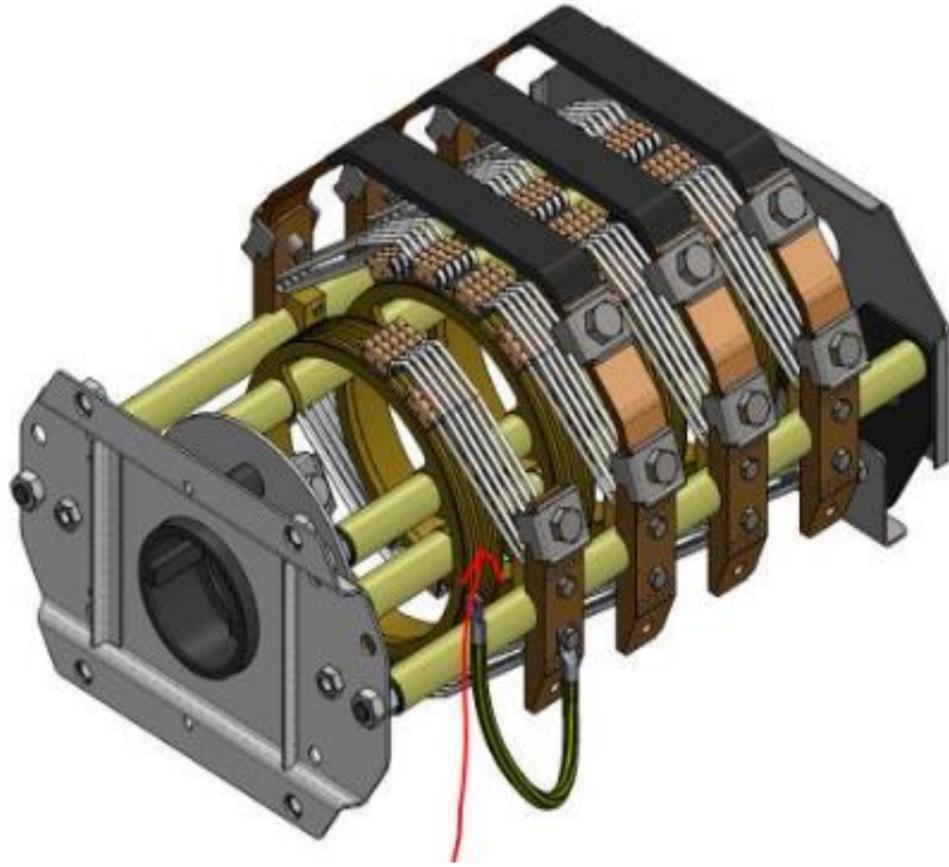
Notas:
* Para cualquier aclaración, duda o comentario respecto a este documento favor de contactar a:
Ing. Edgar González Rivera
CSC Abastecimiento Gpo. 40
Servicios Administrativos Penoles S.A. de C.V.
Tel: (871) 296-2545 / (852) 2545
Edgar_Gonzalez-Rivera@penoles.com.mx

Aceptación del pedido por el proveedor:
Una vez revisado y aceptado el presente pedido, personal autorizado del proveedor deberá enviar al comprador la aceptación del pedido vía correo electrónico: Edgar-Gonzalez-Rivera@penoles.com.mx

Se diseña el primer Centinela Predictivo que permite trabajar bajo los estándares más bajos de Seguridad Eléctrica:

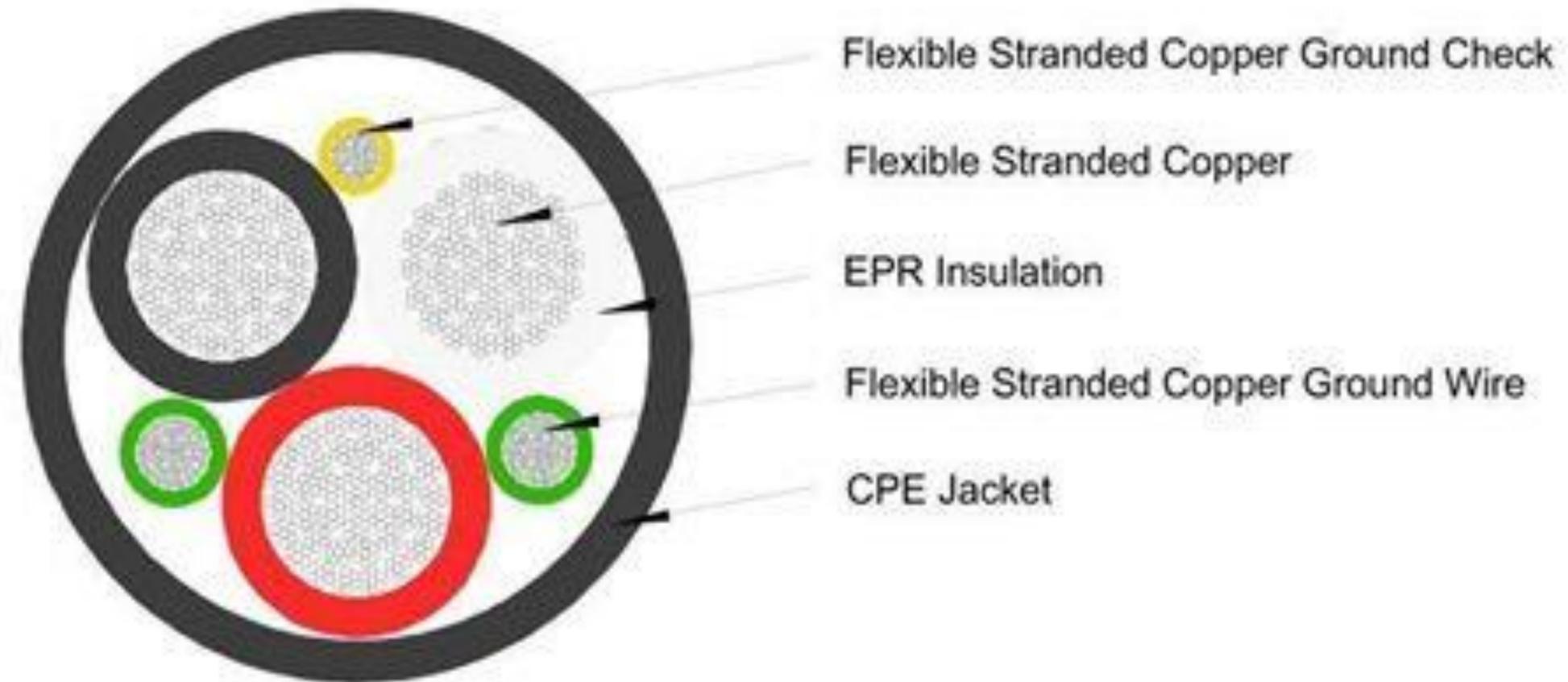
- Corriente de falla 20 mA
- Retardo de desconexión 15mS
- Resistencia del bucle de tierras 15 Ω

Infraestructura necesaria



- Se requiere el hilo piloto para hacer la verificación efectiva, lo que implica que todos los jumbos y simbas incluyan:
 - 5to. anillo rozante
 - Hilo piloto para ground check.
 - 5to contacto en ploga o contactos auxiliares

¿Por qué el cable G-GC viene con hilo piloto?



¿Por qué algunos Jumbos y Simbas ya vienen de fabrica con el 5to. Anillo rozante?



Normativas internacionales



Normativas internacionales de verificación del Ground Check



- RM-308-2001-DM, RESOLUCION MINISTERIAL DEL PERÚ.
- CSA M421-16, CSA Group, Canadian Electrical Code.
- CFR TITULO 30, CODE OF FEDERAL REGULATIONS, Title 30 Mineral Resources.
- MSHA, Mine safety and Health Administration



SEELECT
Suministros Especiales Eléctricos



PERÚ RM-308-2001-DM



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Descargar la norma:

<https://drive.google.com/file/d/1shQ0lckDdiYy4sm-srtqmkLyKsJ3HJqB/view?usp=sharing>

3.5.5 Monitoreo del conductor de tierra

Para los propósitos de esta norma, el monitoreo del conductor de tierra requiere que la fuente sea desenergizada por un circuito a prueba de fallas en el caso que:

- a) El conductor de chequeo de tierra interrumpa el circuito;
- b) El retorno de tierra interrumpa el circuito; o
- c) El conductor de chequeo de tierra se cortocircuite a tierra.

5.10.2 Alimentación de corriente alterna para equipo eléctrico móvil.

5.10.2.4 Cada tambora para cable instalado en los equipos eléctricos móviles:

- c) Estará provista con:
 - i) Un anillo deslizante de puesta a tierra;
 - ii) Un anillo deslizante de chequeo de tierra adecuado para los circuitos de control y señalización; y
 - iii) Anillos deslizantes de los conductores de fuerza;

ANEXOS Tabla 1

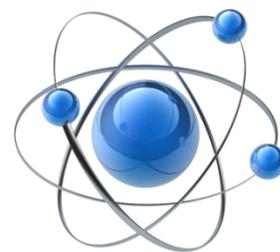
Descripción de los cables de mina

Tipo de cable

Tensión 2 000 V o menos

SHC-GC

Multiconductor con conductores de tierra, un conductor de chequeo de tierra y un apantallado total.



SEELECT
Suministros Especiales Eléctricos



CANADÁ CSA M421-16



Descargar la norma:

https://drive.google.com/file/d/1dDzTh_KiH9cPO4FWIK6UzM3YdVJJ7JXi/view?usp=sharing

4.5.7 Ground-conductor monitoring

When ground-conductor monitoring is required by this Standard, the supply shall be de-energized by a fail-safe circuit in less than 0.5 s, and a de-energized supply shall not become energized if the

- a) ground-check conductor opens;
- b) ground-return conductor opens; or
- c) ground-check conductor shorts to ground.

6.12.3 Cable reels installed on mobile electrical equipment shall

- c) be provided with
 - i) a grounding slip ring;
 - ii) a ground-check slip ring suitable for control and signal circuits; and
 - iii) power conductor slip rings; and

CANADÁ CSA M421-16 (español)



Descargar la norma:

https://drive.google.com/file/d/1dDzTh_KiH9cPO4FWIK6UzM3YdVJJ7JXi/view?usp=sharing

4.5.7 Monitoreo del conductor de tierra

Cuando esta norma requiere el monitoreo del conductor de tierra, el suministro se debe desenergizar mediante un circuito a prueba de fallas en menos de 0.5 s, y un suministro desenergizado no se energizará si el

- a) el conductor de verificación de tierra se abra;
- b) el conductor de retorno a tierra (hilo piloto) se abra; o
- b) el conductor de verificación de tierra se cortocircuite con la tierra.

6.12.3 La enrolladora de cable en el equipo eléctrico deberá

- c) ser provisto con:
 - i) un anillo rozante para tierra;
 - ii) un anillo rozante en el verificador de tierras para control y señales de circuito; y
 - iii) anillos rozantes para fases de poder; y

USA MSHA 2017



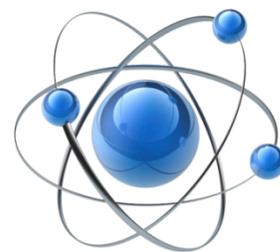
Descargar la norma:

https://drive.google.com/file/d/1l_EfZROfw_rOGV7bVIKr43zxbe9ldOBFx/view?usp=sharing

56/57.12028 Testing Grounding Systems

The intent of this standard is to ensure that continuity and resistance tests of grounding systems are conducted on a specific schedule. These tests will alert the mine operator if a problem exists in the grounding system which may not allow the circuit protective devices to quickly operate when faults occur. With the exception of fixed installations, numerous fatalities and injuries have occurred due to high resistance or lack of continuity in equipment grounding systems. These accidents could have been prevented by proper testing and maintenance of grounding systems. Grounding systems typically include the following:

- 1 equipment grounding conductors - the conductors used to connect the metal frames or enclosures of electrical equipment to the grounding electrode conductor;
- 2 grounding electrode conductors - the conductors connecting the grounding electrode to the equipment grounding conductor; and
- 3 grounding electrodes - usually driven rods connected to each other by suitable means, buried metal, or other effective methods located at the source, to provide a low resistance earth connection.



SEELECT
Suministros Especiales Eléctricos



USA MSHA 2017 (español)



Descargar la norma:

https://drive.google.com/file/d/1l_EfZROfw_rOGV7bVIKr43zxbe9ldOBFx/view?usp=sharing

56/57.12028 Prueba de sistemas de puesta a tierra

La intención de esta norma es garantizar que las pruebas de continuidad y resistencia de los sistemas de puesta a tierra se realicen según un cronograma específico. Estas pruebas alertarán al operador de la mina si existe un problema en el sistema de puesta a tierra que pueda no permitir que los dispositivos de protección del circuito funcionen rápidamente cuando ocurren fallas. Con excepción de las instalaciones fijas, se han producido numerosas muertes y lesiones debido a la alta resistencia o falta de continuidad en los sistemas de tierra de los equipos. Estos accidentes podrían haberse evitado mediante pruebas y mantenimiento adecuados de los sistemas de puesta a tierra. Los sistemas de puesta a tierra suelen incluir lo siguiente::

- 1 conductores para puesta a tierra de equipos: los conductores utilizados para conectar las estructuras metálicas o las carcasas de equipos eléctricos al conductor del electrodo de puesta a tierra;;
- 2 conductor del electrodo de tierra: los conductores que conectan el electrodo de tierra al conductor de tierra del equipo; y
- 3 electrodos de puesta a tierra: generalmente varillas accionadas conectadas entre sí por medios adecuados, metal enterrado u otros métodos eficaces ubicados en la fuente, para proporcionar una conexión a tierra de baja resistencia.

USA CFR Title 30 Mineral Resources



Descargar la

norma:

https://drive.google.com/file/d/1gNXekh9D4nVqbdzaD_W6GLUYbnN1SdSM/view?usp=sharing

56.12027 Grounding mobile equipment.

Frame grounding or equivalent protection shall be provided for mobile equipment powered through trailing cables.

77.902 Low- and Medium-Voltage Ground Check Monitor Circuits

On and after September 30, 1970, high-voltage, resistance grounded systems shall include a fail safe ground check circuit to monitor continuously the grounding circuit to assure continuity and the fail safe ground check circuit shall cause the circuit breaker to open when either the ground or pilot check wire is broken, or other no less effective device approved by the Secretary or his authorized representative to assure such continuity, except that an extension of time, not in excess of 12 months, may be permitted by the Secretary on a mine-by-mine basis if he determines that such equipment is not available.

The ground check circuit required by this Section shall cause the circuit breaker to trip when any of the following occur:

1 **The ground check wire is broken.** Existing low- and medium-voltage cable couplers that are not provided with a terminal contact for the ground check conductor may be used if suitable means are provided for breaking the ground check conductor first when the coupler is being uncoupled.

77.902-3 **Attachment of ground conductors and ground check wires to equipment frames; use of separate connections.**

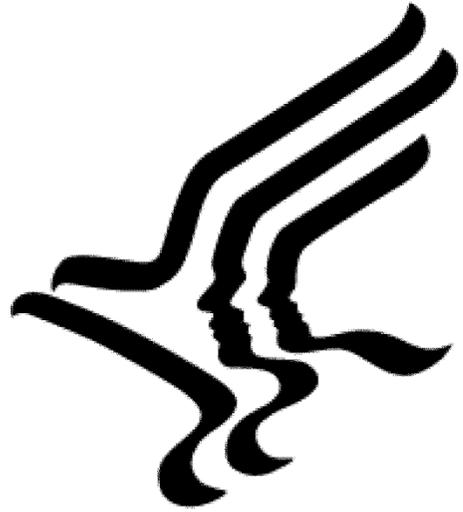
In grounding the frames of stationary, portable, or mobile equipment receiving power from resistance grounded systems, separate connections shall be used.

77.906 Trailing cables supplying power to low-voltage mobile equipment; ground wires and ground check wires.

On and after September 30, 1971, all trailing cables supplying power to portable or mobile equipment from lowvoltage three-phase resistance grounded power systems shall **contain one or more ground conductors having a cross-sectional area of not less than one-half the power conductor. Such trailing cables shall include an insulated conductor for the ground continuity check circuit** except where a no less effective device has been approved by the Secretary to assure continuity. Splices made in low-voltage trailing cables shall provide continuity of all components.



USA CFR Title 30 Mineral Resources (español)



Descargar la norma:

<https://drive.google.com/file/d/1gNXekh9D4nVqbdzaDW6GLUYbnN1SdSM/view?usp=sharing>

56.12027 Puesta a tierra de equipo móvil.

Se proporcionará conexión a tierra del bastidor o una protección equivalente para los equipos móviles alimentados mediante cables de arrastre.

77.902 Monitores de comprobación de puesta a tierra de baja y media tensión

A partir del 30 de septiembre de 1970, los sistemas de puesta a tierra de alta tensión por resistencia incluirán un circuito de comprobación de puesta a tierra a prueba de fallos para controlar continuamente el circuito de puesta a tierra a fin de garantizar la continuidad, y **el circuito de comprobación de puesta a tierra (hilo piloto y conductor de tierra) a prueba de fallos** hará que el disyuntor se abra **cuando se rompa el cable de comprobación de puesta a tierra o el piloto**, u otro dispositivo no menos eficaz aprobado por el Secretario o su representante autorizado para garantizar dicha continuidad, salvo que el Secretario pueda permitir una prórroga de tiempo, no superior a 12 meses, para cada mina si determina que dicho equipo no está disponible. .

El circuito de comprobación de tierra requerido por esta Sección hará que el interruptor se dispare cuando se produzca cualquiera de los siguientes casos:

1 **El cable de comprobación de tierra (hilo piloto) está roto.** Los acopladores de cables de baja y media tensión existentes que no estén provistos de un contacto terminal para el conductor de comprobación de tierra podrán utilizarse si se proporcionan medios adecuados para romper primero el conductor de comprobación de tierra cuando se esté desacoplando el acoplador.

77.902-3 **Conexión de conductores de tierra y cables de verificación de tierra (hilo piloto) a los marcos de los equipos; uso de conexiones separadas..**

77.906 "A partir del 30 de septiembre de 1971, todos los cables de arrastre que suministren energía a equipos portátiles o móviles desde sistemas de energía conectados a tierra con resistencia trifásica de bajo voltaje deberán contener **uno o más conductores de tierra que tengan un área de sección transversal no menor a la mitad de la potencia conductor. Dichos cables posteriores incluirán un conductor aislado para el circuito de verificación de continuidad de tierra,** excepto cuando el Secretario haya aprobado un dispositivo no menos eficaz para asegurar la continuidad. Los empalmes hechos en cables posteriores de baja tensión deberán proporcionar c continuidad a todos los componentes."



VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA BENDER:

- **Cumplir con la normatividad internacional**
 - **Mayor producción**
 - Reducción considerable de paros por mantenimiento reactivo.
 - Registro de actividad del centinela:
 - Se registran hasta 300 eventos
 - **Puede ser escalable a centinela inteligente con comunicación.**
 - **Implementación de un nuevo parámetro de seguridad no considerado**
 - Vigilancia de la resistencia del bucle del conductor de tierras, se sugiere que trabajen en 15Ω para protección de personas.
 - Esta tecnología es transparente, no oculta corrientes de falla que pueden causar accidentes por electrocución.
 - Las pruebas las hacen los mismos clientes, evitando ser juez y parte.
 - Protección ambiental con tecnología aprobada por **Lloyd's Register**, para ambientes marinos.
 - **Durabilidad muy superior a los dispositivos actuales.**



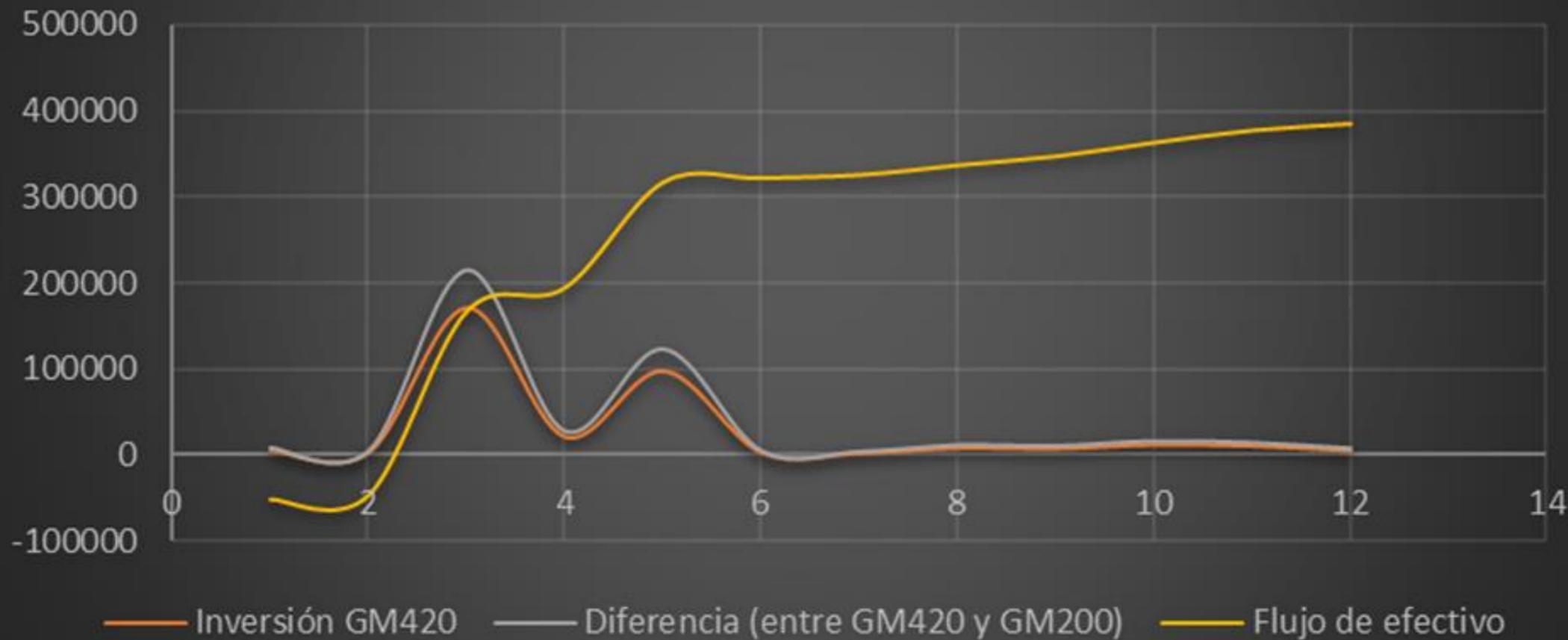
EJEMPLO DEL ANÁLISIS DE RETORNO DE INVERSIÓN EN USD

Costo 5to. Anillo Rosante	\$600.00
Costo GM200 c/accesorios	\$1,700.00
Costo GM420	\$756.40
Diferencia (ahorro)	\$943.60
Inversión de 100 pza. 5to. anillo	\$60,000.00
Piezas a sustituir	472
Total diferencia en costo (ahorro)	\$445,379.20

Pedido	Cantidad sustituida	Inversión GM420	GM200	Diferencia (entre GM420 y GM200)	Flujo de efectivo
					-60,000.00
1	9	6,807.60	15,300.00	8,492.40	-51,507.60
2	5	3,782.00	8,500.00	4,718.00	-46,789.60
3	227	171,702.80	385,900.00	214,197.20	167,407.60
4	29	21,935.60	49,300.00	27,364.40	194,772.00
5	130	98,332.00	221,000.00	122,668.00	317,440.00
6	5	3,782.00	8,500.00	4,718.00	322,158.00
7	4	3,025.60	6,800.00	3,774.40	325,932.40
8	12	9,076.80	20,400.00	11,323.20	337,255.60
9	11	8,320.40	18,700.00	10,379.60	347,635.20
10	17	12,858.80	28,900.00	16,041.20	363,676.40
11	15	11,346.00	25,500.00	14,154.00	377,830.40
12	8	6,051.20	13,600.00	7,548.80	385,379.20
Totales	472	357,020.80	802,400.00	445,379.20	385,379.20

ANÁLISIS DE RETORNO DE INVERSIÓN

Retorno de inversión INICIAL sustitución GM200 por GM420



En la tabla se puede apreciar que el retorno de inversión se reflejaría a partir del tercer mes, donde se puede ver que la inversión inicial y el ahorro se compensan por lo que se considera extremadamente viable el proyecto.

Además, se debe considerar la mejora de producción al no tener paros continuos por no cumplir con los parámetros de seguridad y que la refaccionabilidad bajaría considerablemente al analizar que la sustitución serpia al 10x1



Ing. Enrique Soto Servín
Tel.: 443 492 7032
enrique.soto@grupooors.com.mx

LAV. Eric Martínez Palafox
Cel. 5591997828
emartinez@gruposeelect.com