



V ENCUENTRO NACIONAL DE SOCORREDORES MINEROS

Norma técnica Colombiana NTC 6620
Minería. Requisitos para la elaboración
de Planes de Sostenimiento para
Operaciones Mineras y Obras Civiles
Subterráneas.

*Ph. D. Juan José Monsalve V.
M.Sc. Juan Eugenio Monsalve O.*

Bucaramanga,
Octubre 20 de 2022



Contenido

1.

Parte I

- Contexto de la accidentabilidad minera en Colombia
- Marco normativo en Colombia
- Referentes internacionales
- Estructura de la Norma

2.

Parte II

- Identificación y registro de peligros y riesgos geomecánicos
- Diseño seguro
- Implementación de los diseños
- Comunicación, entrenamiento y supervisión





**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**

Contexto de la accidentabilidad minera en Colombia

Resumen años 2005 - 2021

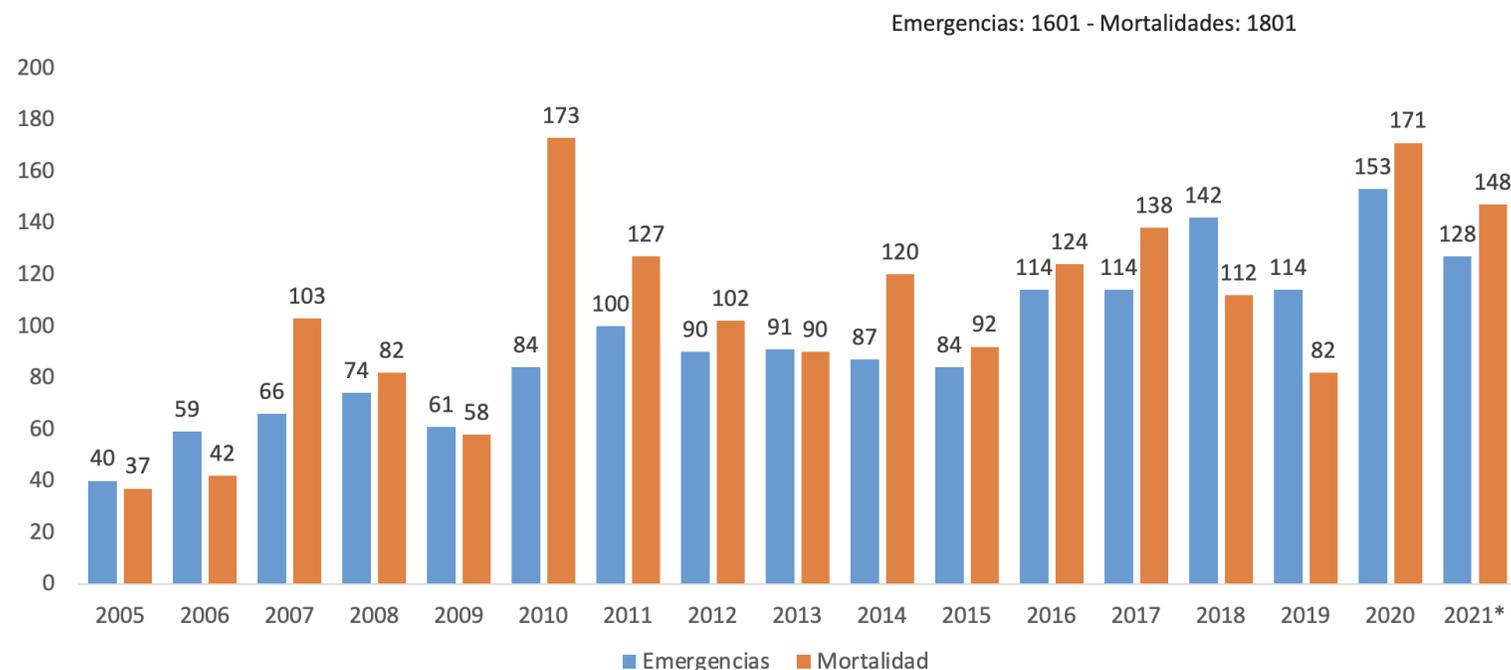
CAUSALIDAD

1. Fallas geomecánicas. 38%
2. Explosiones. 18%
3. Atmósferas contaminadas o irrespirables. 12%
4. Mecánico. 12%

MINERALES

1. Carbón. 65%
2. Oro. 26%
3. Esmeraldas. 4%

EMERGENCIAS Y MORTALIDADES OCURRIDAS ENTRE LOS AÑOS 2005 - 2021*



*Corte 31/12/2021

REGIONES

1. Boyacá. 35%
2. Cundinamarca. 18%
3. Norte de Santander. 11%
4. Antioquia. 11%



V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS

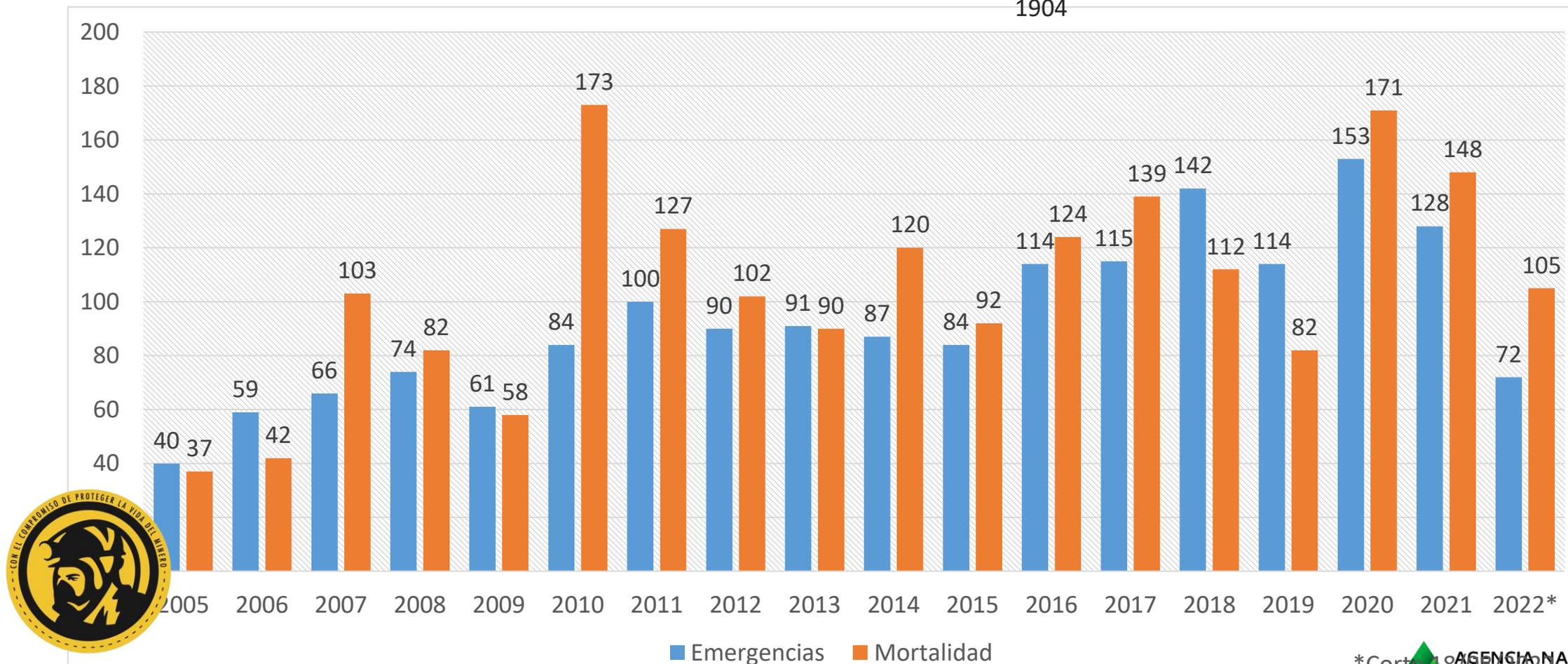


Fuente: ANM – Estadísticas accidentalidad

Resumen años 2005 - 2022

EMERGENCIAS Y MORTALIDADES OCURRIDAS ENTRE LOS AÑOS 2005 - 2022*

Emergencias: 1669 - Mortalidades:
1904



**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**

*Corte: 18/05/2022
**AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA**



**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**



Marco normativo en Colombia

Decreto 1886 de 2015

TÍTULO IV
SOSTENIMIENTO

Artículo 75. Medidas para prevenir derrumbes. El titular del derecho minero, el explotador minero y el empleador minero, deben adoptar las medidas que sean necesarias para asegurar que las labores mineras subterráneas no presenten derrumbes ni desprendimientos de rocas que pongan en peligro la vida e integridad de las personas.

Artículo 76. Definición, implementación e inspección del plan de sostenimiento. El titular del derecho minero, el explotador minero y el empleador minero debe definir e implementar un plan de sostenimiento de la explotación, de acuerdo con el estudio geomecánico del área y con lo aprobado en el Programa de Trabajos y Obras (P.T.O.) del proyecto, cuando se trate de labores mineras.

El titular del derecho minero, el explotador minero y el empleador minero debe realizar un **documento de actualización permanente** donde se establezcan las normas específicas sobre cuándo, dónde y qué tipo de apoyo del techo se tienen que instalar en todas las etapas del proceso de desarrollo de actividades subterráneas incluidas bocaminas, galerías y frentes.



V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS

AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA



Decreto 1886 de 2015

TÍTULO IV
SOSTENIMIENTO



684 fatalidades!!!

CAUSALIDAD

- | | |
|---|-----|
| 1. Fallas geomecánicas. | 38% |
| 2. Explosiones. | 18% |
| 3. Atmósferas contaminadas o irrespirables. | 12% |
| 4. Mecánico. | 12% |

Han sido efectivos los planes de sostenimiento?

Ha entendido la industria en qué consiste un plan de sostenimiento?

No hay un criterio unificado al respecto

Cuenta la Autoridad minera con un referente para evaluar los planes de sostenimiento?



V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS

AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA

Iniciativas en Colombia



Decálogo para la prevención de accidentes por causas geomecánicas en excavaciones mineras



Encuesta de percepción sobre los planes de sostenimiento en la Industria Colombiana



V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS

DE CÁLOGO
PARA
LA
PREVENCIÓN

de accidentes por causas geomecánicas en **excavaciones mineras.**

AIMCX
AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA

AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA

Iniciativas en Colombia

Decálogo para la prevención de accidentes por causas geomecánicas en excavaciones mineras

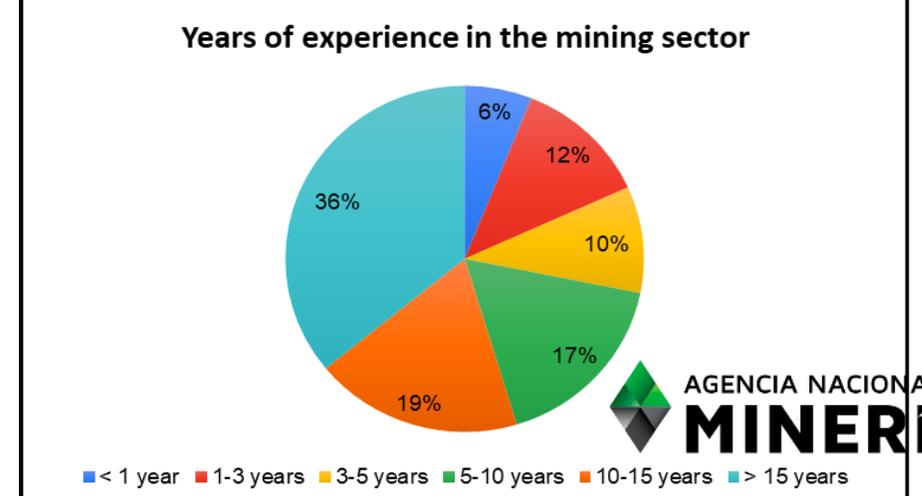
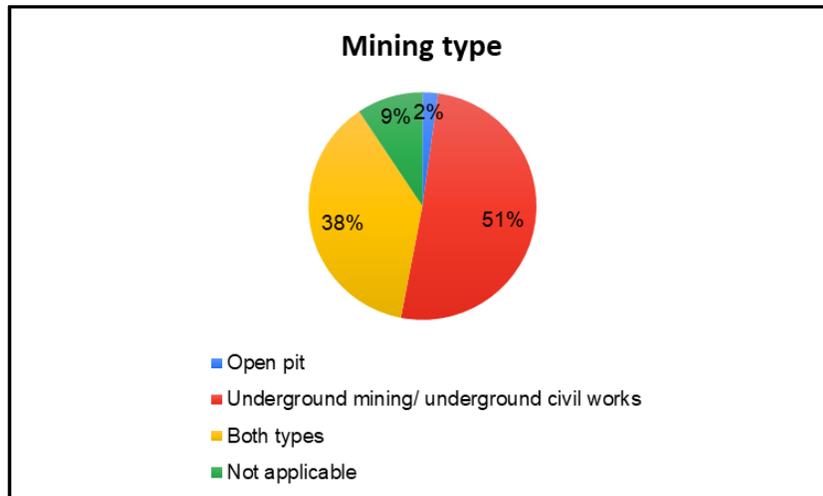
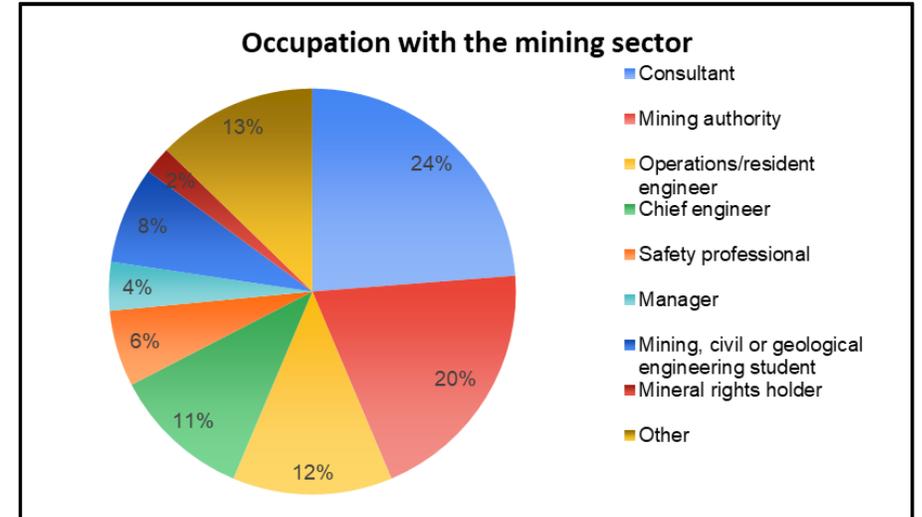
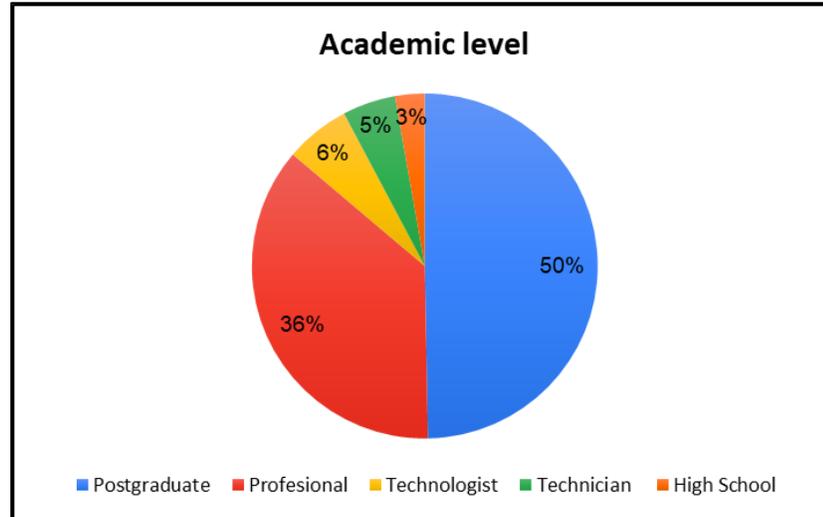
1. Conozca su macizo rocoso, mapee y defina sus dominios geomecánicos
2. Defina el tipo de soporte basado en el conocimiento de su macizo rocoso
3. Establezca un plan de inspección e instrumentación del macizo rocoso y elementos de soporte
4. Evite el ingreso a labores abandonadas, con problemas de inestabilidad identificados o en las cuales haya hecho voladuras sin antes realizar el respectivo desabombe
5. Defina procedimientos claros para la inspección del macizo, desabombe e instalación de mecanismos de soporte
6. Asegure la debida disponibilidad de elementos de soporte con la calidad requerida
7. Capacite y entrene a su personal en la identificación de peligros geomecánicos, desabombe, instalación de soporte y respuesta a emergencias por causas geomecánicas
8. Instruya y motive al personal en el reporte de condiciones anómalas en temas de sostenimiento y del macizo rocoso y defina un plan de acción de respuesta a emergencias en el caso de que un riesgo se materialice
9. Asigne responsabilidades claras en temas de control de techos
10. Periódicamente realice auditorías externas por parte de expertos a sus instalaciones en materia de control geomecánico de sus excavaciones



Iniciativas en Colombia

Encuesta de percepción sobre los planes de sostenimiento en la Industria Colombiana

Perfil de resultados de la encuesta



**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**

**AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA**

Iniciativas en Colombia

Encuesta de percepción sobre los planes de sostenimiento en la Industria Colombiana

CONCLUSIONES

- La encuesta permite evaluar la percepción de diferentes partes interesadas con respecto a los Planes de sostenimiento.
- Permite identificar el nivel de conocimiento frente a la estructura de un plan de sostenimiento
- Permite identificar el nivel de afinidad de los operadores mineros respecto de los contenidos de un plan de sostenimiento
- Permite identificar el nivel de sensibilidad frente al compromiso de la implementación de un plan de sostenimiento
- Este estudio proporciona una línea de base para medir el éxito de las diferentes estrategias propuestas para reducir los accidentes geomecánicos en la industria minera colombiana.





**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORRORES MINEROS**

Referentes internacionales

Estados Unidos



- En 2016 se alcanzó por primera vez la meta de 0 accidentes por causas geomecánicas



Estados Unidos

Qué factores han aportado a esta reducción?

Planes de control de techos

Tecnificación de las operaciones

Desarrollos tecnológicos

Código de Regulaciones Federales.
§ 75.220 Plan de control de techo.
(a) (1) Cada operador minero, deberá desarrollar y seguir un plan de control de techo, aprobado por el Gerente de Distrito, que sea adecuado a las condiciones geológicas prevalecientes y al sistema de minería que se usará en la mina. Se deben tomar medidas adicionales para proteger a las personas si se encuentran peligros inusuales.



(Mark, 2014)

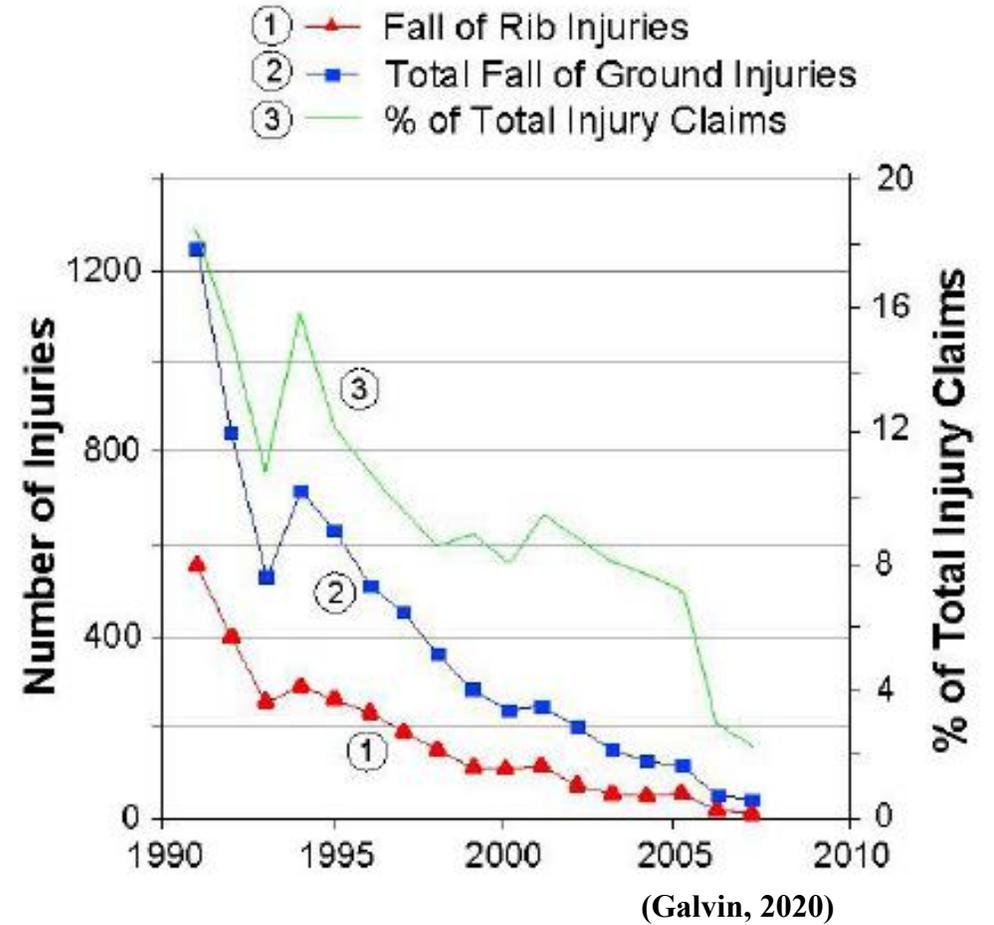
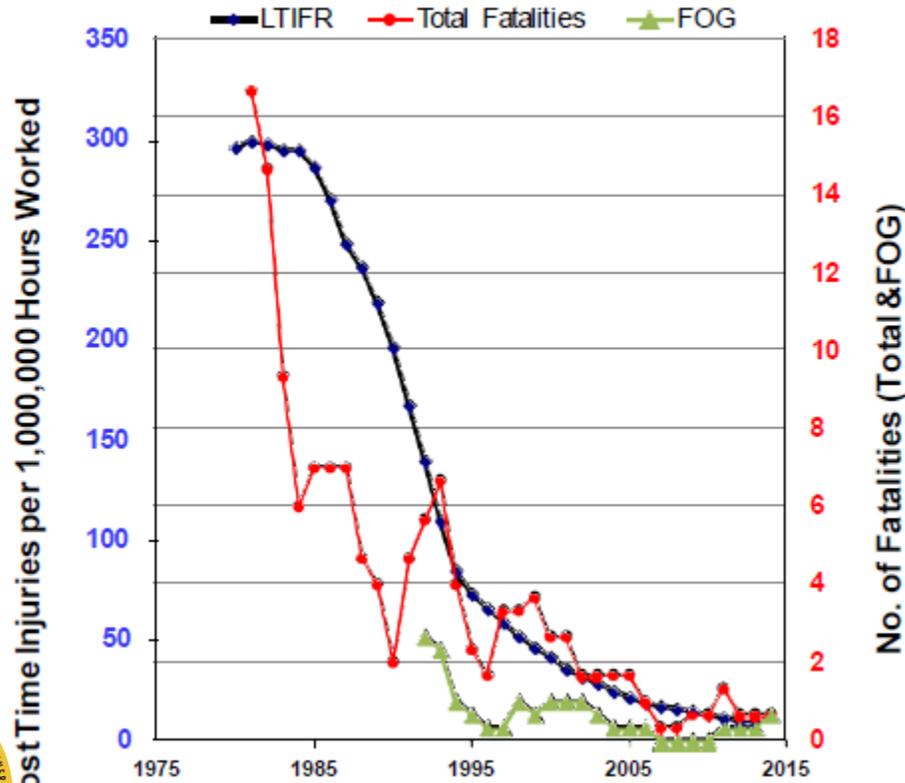


V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS

AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA

Australia

NSW Coal - 3 yr Rolling Averages



Australia

Accidentes recientes

- 25 de agosto de 2019 - Minero murió después de ser enterrado en el deslizamiento de un talud en la mina de arenas minerales Bootu Creek, NT
- 27 de Junio de 2019 - Minero muere después de ser enterrado en el deslizamiento de un talud en la mina de carbón de Middlemount, Qld.
- 11 de Diciembre de 2014 – minero subterráneo muere por derrumbe de una pared en la mina de carbón Grasstree, Qld
- 15 April 2014 –2 Minero muere por estallido de carbón, AustarMine, NSW
- 3 de Junio de 2011 – Minero subterráneo muerto por derrumbe de una pared en la mina de carbón Lakeview NSW



V ENCUESTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS



(Galvin, 2020)

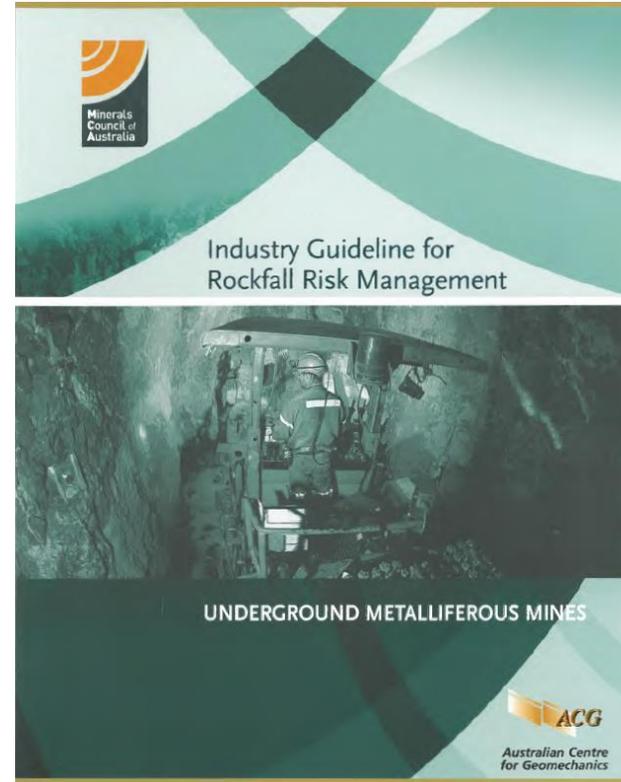
Australia

Premisas del modelo Australiano

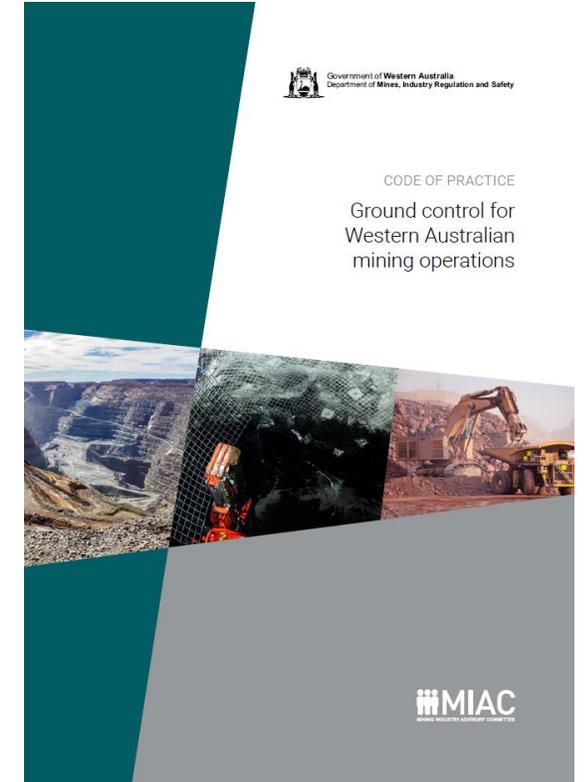
- Todas las muertes, lesiones y enfermedades son prevenibles.
- No hay ninguna tarea lo suficientemente importante que no se pueda hacer de manera segura.
- Todos los peligros se pueden identificar, y sus riesgos se pueden controlar.
- Cada individuo tiene la responsabilidad de su seguridad y la de sus colaboradores.
- El desempeño en salud y seguridad siempre puede mejorar.



**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**



(Potvin & Nedin, 2003)



(Department of Mines, Industry Regulation and Safety, 2019)

 **AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA**



**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**

Características y Estructura de la Norma

Características de la Norma

Características del plan de sostenimiento?

Actualización permanente

Elaborado por personal idóneo

Accesible

Único

Práctico

Evaluable y Trazable

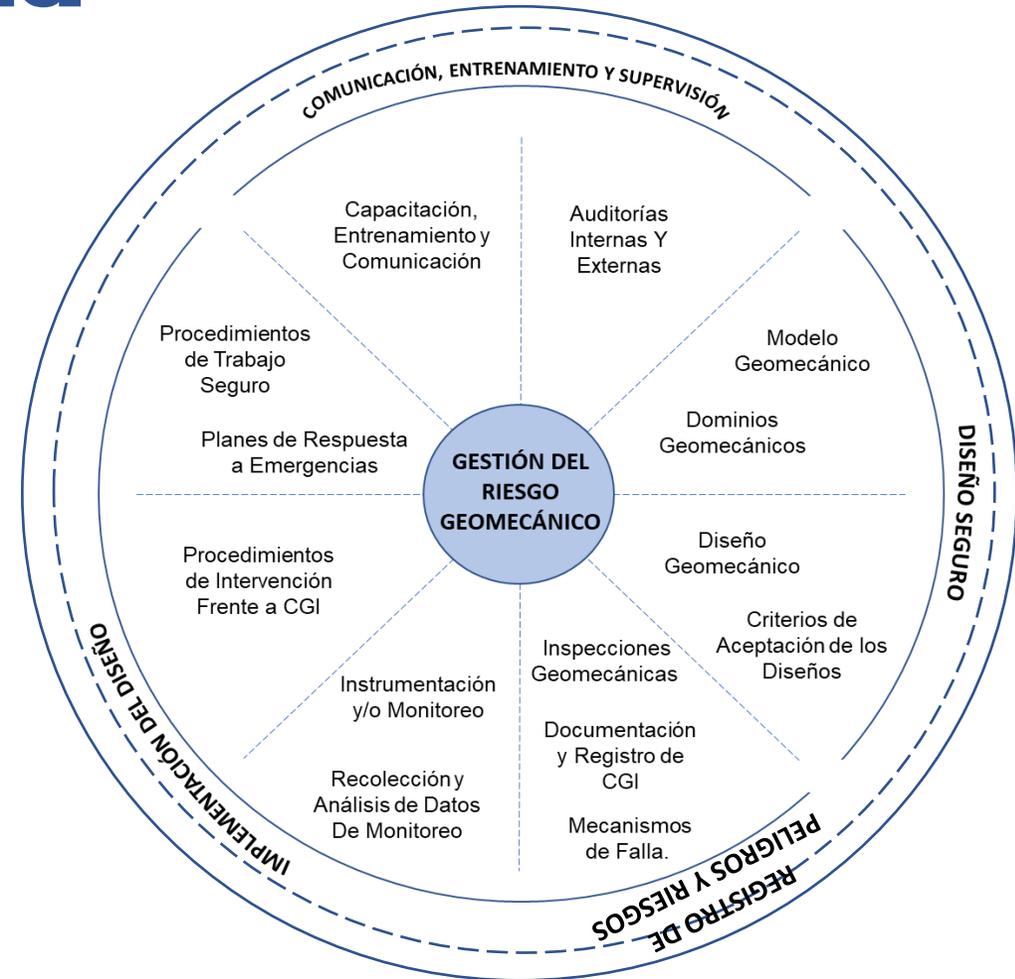


Estructura de la Norma

Marcos de Referencia

El control geomecánico incluye la implementación de estrategias formales y sistemáticas a lo largo de la vida de la operación subterránea para prevenir condiciones geomecánicas inseguras.

El modelo para la gestión del riesgo geomecánico a través de los Planes de Sostenimiento se fundamenta en los Sistemas de Trabajo Seguro y el ciclo PHVA de mejora continua.

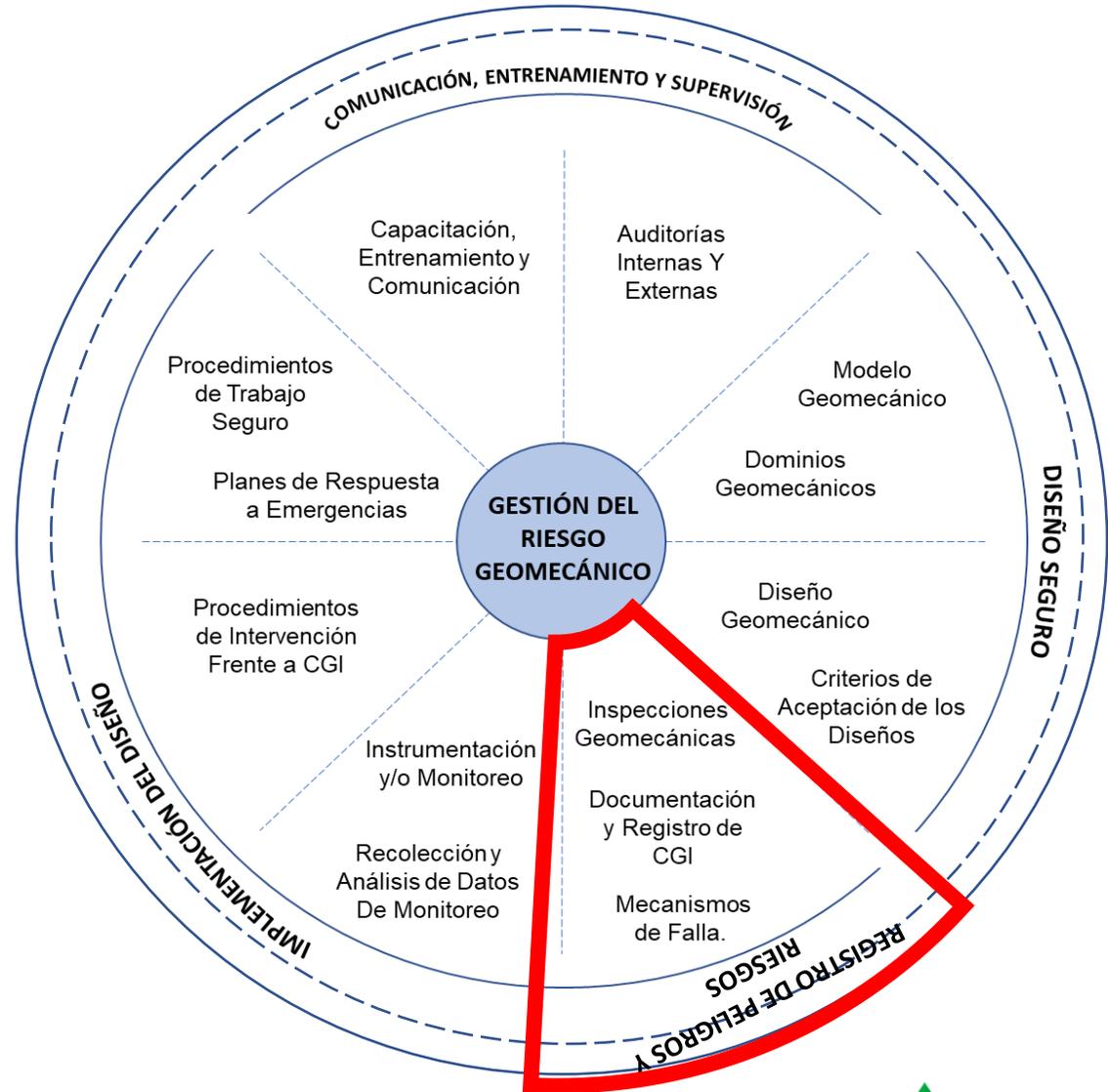




**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**

Identificación y registro de peligros y riesgos geomecánicos

Identificación y Registro de Peligros y Riesgos Geomecánicos



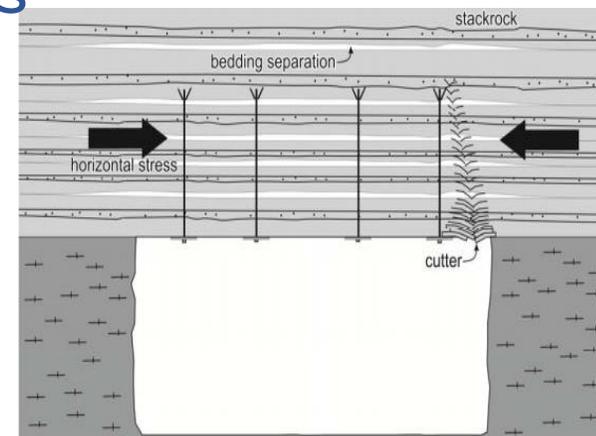
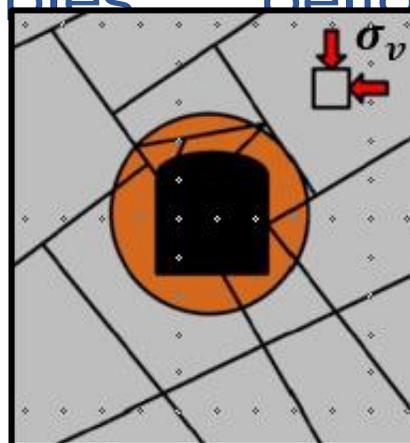
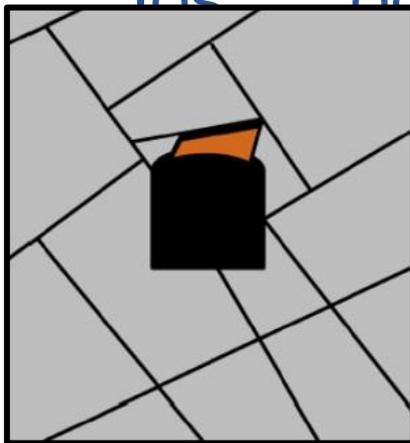
Identificación y Registro de Peligros y Riesgos Geomecánicos

Mecanismos de Falla e Identificación de Peligros Geomecánicos

Se debe desarrollar un documento que describa el comportamiento del terreno y las posibles formas de colapso que se puedan presentar o se hayan presentado en las excavaciones. Se debe especificar los mecanismos de falla que predominan en la operación y se debe identificar los posibles peligros asociados.



V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS



AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA

Identificación y Registro de Peligros y Riesgos Geomecánicos

Inspecciones Geomecánicas

El responsable de la operación debe asegurar la realización de inspecciones geomecánicas regulares para evaluar las condiciones de la excavación y de los elementos de sostenimiento y fortificación que permitan identificar condiciones geomecánicas inseguras. Estas inspecciones son de dos tipos **generales** y **puntuales** para los frentes de trabajo.



Identificación y Registro de Peligros y Riesgos Geomecánicos

Documentación y Registro de Condiciones Geomecánicas Inseguras

Se debe desarrollar un procedimiento para asegurar que se cuente con registros que evidencien cualquier cambio en el modelo geomecánico como resultado de un análisis de las condiciones del terreno. Estos registros son generados de las inspecciones y observaciones subterráneas sistemáticas, las cuales deben ser documentadas y registradas

Reporte de caída de roca	
PERSONA REPORTANTE DEL INCIDENTE (Tipo de mina)	Nombre: _____ Cargo: _____ Empleador: _____ Mina: _____ Telefono: _____ <input type="checkbox"/> Mina polimetálica <input type="checkbox"/> Mina de oro <input type="checkbox"/> Mina no metálica <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____
	UBICACIÓN Y TIPO DE CAIDA DE ROCAS (seleccionar e indicar area relevante, más de uno si es necesario) Ubicación de la zona de caída de rocas: <input type="checkbox"/> Pique <input type="checkbox"/> Rampa <input type="checkbox"/> Inclinado <input type="checkbox"/> Galeria <input type="checkbox"/> Crucero <input type="checkbox"/> Interseccion (.....) <input type="checkbox"/> Tajeo <input type="checkbox"/> Pilar corona (Puente) <input type="checkbox"/> Pilar costilla <input type="checkbox"/> Chimenea <input type="checkbox"/> Polvorin <input type="checkbox"/> Comedor <input type="checkbox"/> Refugio <input type="checkbox"/> Labores permanentes (planta trituradora, estación de bombas, subestación, taller, etc) <input type="checkbox"/> Otro (describir) <input type="checkbox"/> Techo <input type="checkbox"/> Caja techo <input type="checkbox"/> Caja piso <input type="checkbox"/> Hastial <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Piso Fecha de la caída _____ Tiempo: am/pm: _____ Peso estimado de la caída: _____ (toneladas/kg) Dimensión estimada de la caída: _____ Espesor x profundidad x longitud (m ³) (La medición de la profundidad de la caída es medida perpendicular a la cara original de la superficie de la roca) Cambio de esfuerzo inducido: <input type="checkbox"/> Esfuerzo horizontal medio o alto (... x esfuerzo de sobre rotura) <input type="checkbox"/> Area afectada por causas del minado los esfuerzos se incrementan o disminuyen (indicar cual) <input type="checkbox"/> Signos de degradación de la roca <input type="checkbox"/> Esfuerzos fracturaron el macizo rocoso <input type="checkbox"/> Relajación del Macizo Rocosos <input type="checkbox"/> Esfuerzos horizontales bajos (sombra de esfuerzos) Mecanismo de Falla <input type="checkbox"/> Falla por gravedad <input type="checkbox"/> Volcamiento <input type="checkbox"/> Desmoronamiento <input type="checkbox"/> Deslizamiento <input type="checkbox"/> Arqueo <input type="checkbox"/> Levante del Piso <input type="checkbox"/> Flujo de agua <input type="checkbox"/> Otros _____ <input type="checkbox"/> Expansion de roca sin proyeccion <input type="checkbox"/> Expansion de roca con proyeccion <input type="checkbox"/> Roca proyectada por transferencia de energía sísmica <input type="checkbox"/> Caída de roca por sacudida sísmica
GEOLOGÍA DEL AREA DE LA CAIDA DE ROCAS	Características geológicas del sitio de caída de rocas: <input type="checkbox"/> Juntas (_____ familias de juntas involucradas en el colapso) <input type="checkbox"/> Baja resistencia de roca intacta(USC < 24 Mpa) <input type="checkbox"/> Zona de falla o de corte <input type="checkbox"/> Agua subterránea

(OSINERGMIN, 2017)

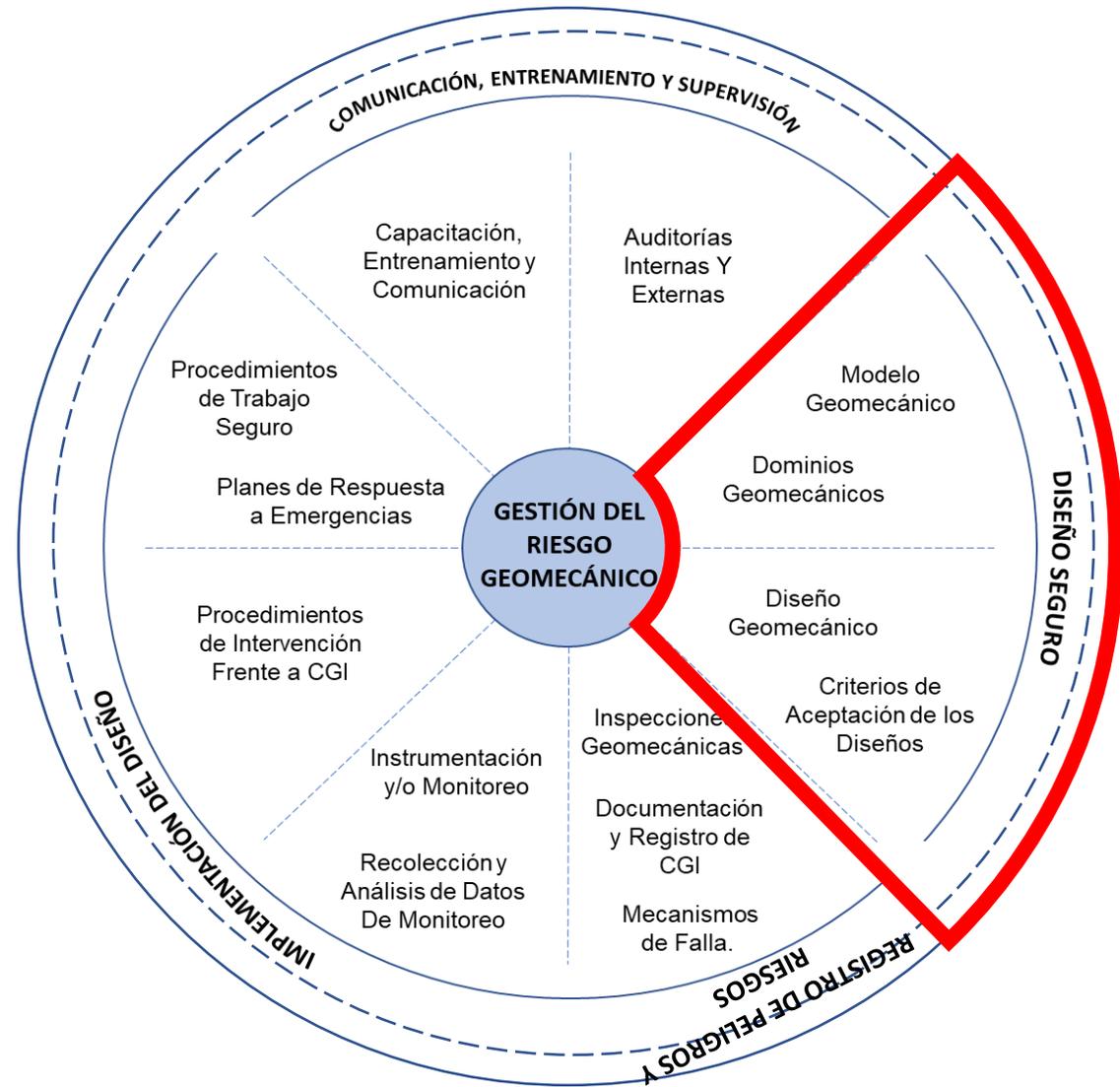




**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**

Diseño seguro

Diseño Seguro

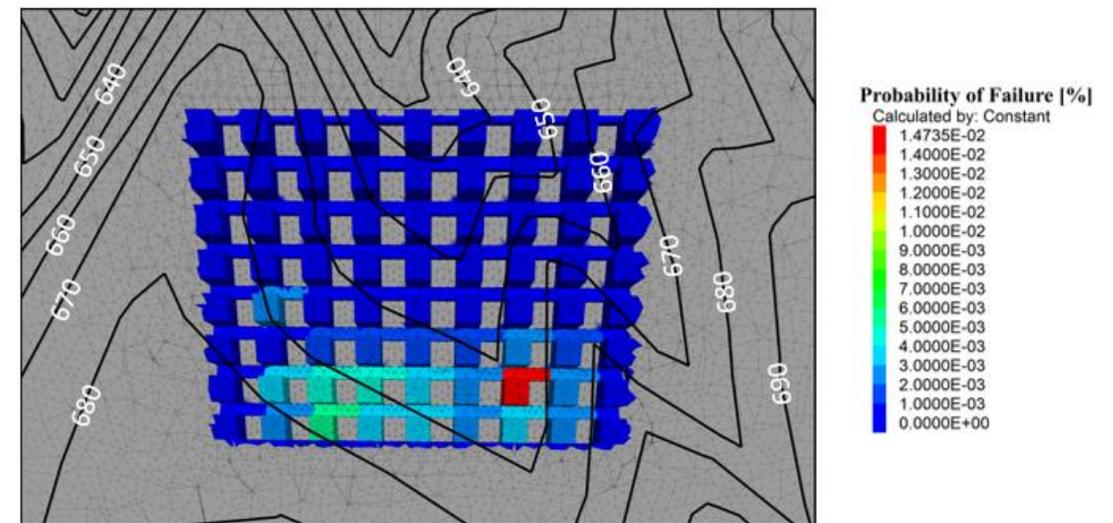
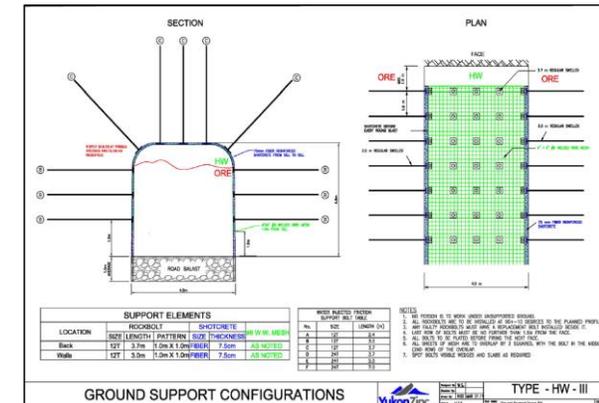
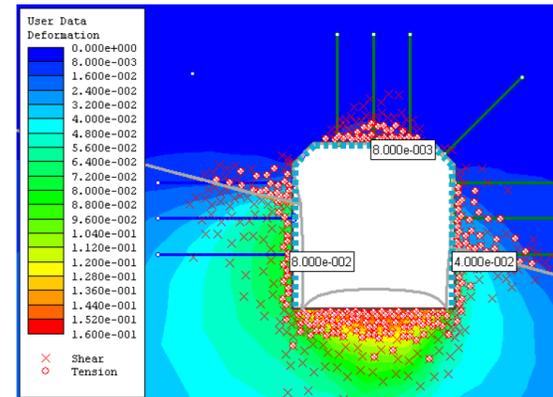


Diseño Seguro

El diseño seguro es un proceso iterativo que integra todas las actividades de la mina, teniendo en cuenta consideraciones geomecánicas, desde la etapa de factibilidad hasta el cierre. El diseño seguro es un control de tipo ingenieril que dependerá de la complejidad de cada operación.

El diseño seguro contiene los siguientes procesos y documentos:

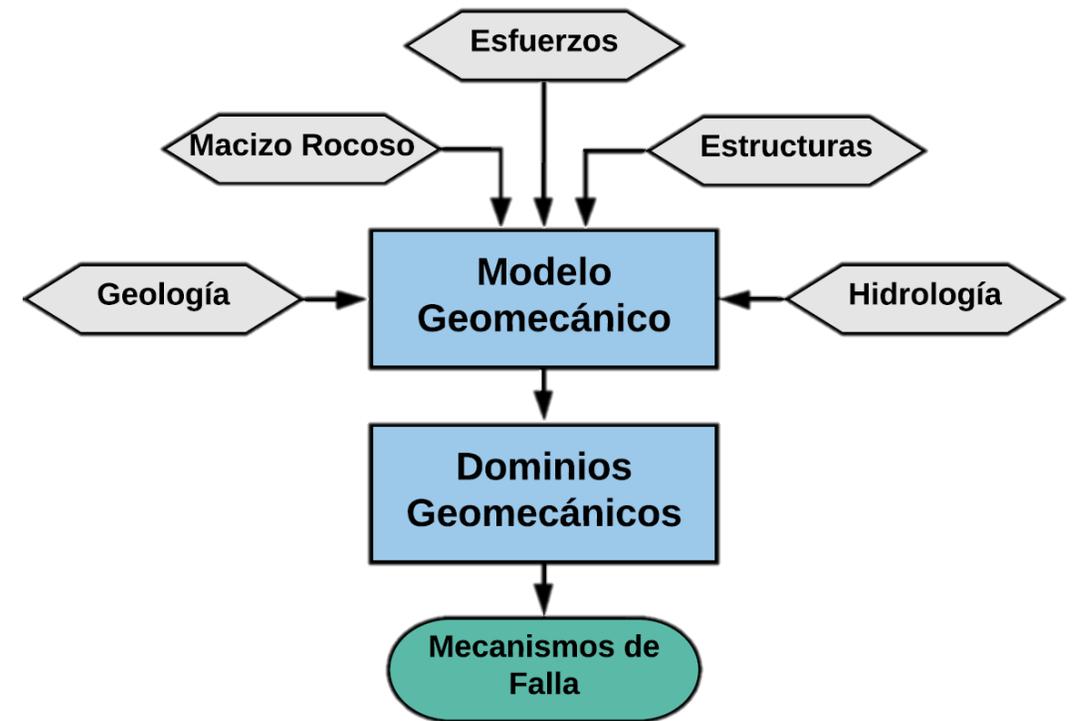
- Elaboración del Modelo Geomecánico
- Definición de Dominios Geomecánicos
- Diseño Geomecánico
- Definición de Criterios de Aceptación de los diseños



Diseño Seguro

Modelo Geomecánico y Definición de Dominios Geomecánicos

- Base de datos compuesta por información relevante del macizo rocoso.
- Producto de campañas de exploración y estudios geomecánicos.
- Permite definir zonas del macizo con características y comportamientos similares (**Dominios Geomecánicos**)
- Debe acompañar el proyecto desde el inicio de fases de exploración hasta la etapa de cierre y abandono.
- El nivel de confianza en este modelo debe ir mejorando de manera continua a medida que avanza el proyecto.



(Potvin & Hadjigeorgiou, 2020)



Diseño Seguro

Diseño Geomecánico

La información del modelo geomecánico se debe utilizar junto con los requerimientos de producción, para diseñar y planear la infraestructura subterránea. Estos diseños deben estar acompañados de los **análisis de estabilidad y evaluaciones de riesgo correspondientes**.

- Definición de niveles de explotación
- Geometría de los paneles de explotación y pilares
- Configuración de vías de desarrollo y preparación
- Infraestructura auxiliar (e.g. camaras de trituración, talleres, refugios, etc.)
- Rellenos
- Tapones
- Botaderos

Este proceso debe incluir detalles de todas las **medidas de control** que se requieren para asegurar que los diseños se cumplan bajo los **límites de tolerancia esperados** (e.g. bombeo, monitoreo de esfuerzos, mecanismos de sostenimiento y fortificación del macizo, voladura, rellenos, entre otros)



Diseño Seguro

Diseño Geomecánico

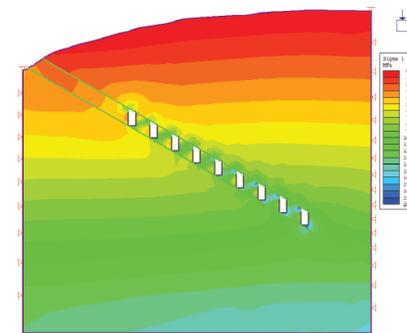
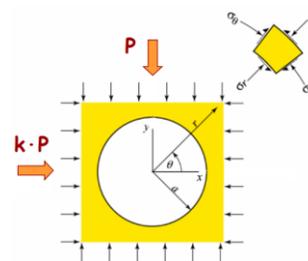
Existen cuatro tipos principales de métodos de diseño geomecánico (Analíticos, empíricos, numéricos y observacionales)

La selección del método más adecuado para cada circunstancia depende de:

- Criterio ingenieril del profesional a cargo del diseño
- Calidad de la información geomecánica
- Entendimiento de las limitaciones de cada método

Se recomienda utilizar una combinación de estos métodos con el fin de disminuir los riesgos y determinar los diseños seguros.

$$\sigma_{rr} = \frac{p}{2} \left[(1 + K) \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right) - (1 - K) \left(1 - 4 \frac{a^2}{r^2} + \frac{3a^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \right]$$
$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{p}{2} \left[(1 + K) \left(1 + \frac{a^2}{r^2} \right) + (1 - K) \left(1 + \frac{3a^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \right]$$
$$\sigma_{r\theta} = \frac{p}{2} \left[(1 - K) \left(1 + \frac{2a^2}{r^2} - \frac{3a^4}{r^4} \right) \sin 2\theta \right]$$

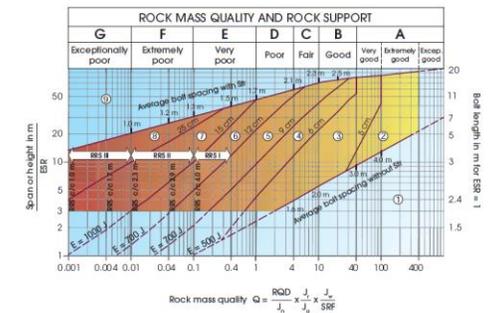


Analíticos

Empíricos

Numéricos

Observacionales



Diseño Seguro

Criterios de Aceptación de los Diseños

El enfoque clásico de diseño en ingeniería define el factor de seguridad como principal herramienta para definir la aceptabilidad de los diseños. El factor de seguridad es calculado como la relación entre la resistencia de un sistema y las cargas a las cuales este estará sometido.

Existen otras herramientas como las deformaciones máximas esperadas o la probabilidad de falla que también se pueden considerar como criterios de aceptación.

La selección los valores para estos criterios dependerá de:

- La tolerancia al riesgo de la organización
- Grado de exposición del personal
- Disponibilidad de recursos para afrontar riesgos geomecánicos
- La incertidumbre asociada al modelo geomecánico

Valores de referencia para Factores de Seguridad Según la Temporalidad de las Excavaciones

Temporalidad de la Excavación	Factor de Seguridad de Diseño
Estabilidad a largo plazo > 1 año	>1.5
Estabilidad a mediano plazo 3 meses a 1 año	1.3 – 1.5
Estabilidad a corto plazo < 3 meses	1.1 – 1.3

(Osinergmin, 2017)



Diseño Seguro

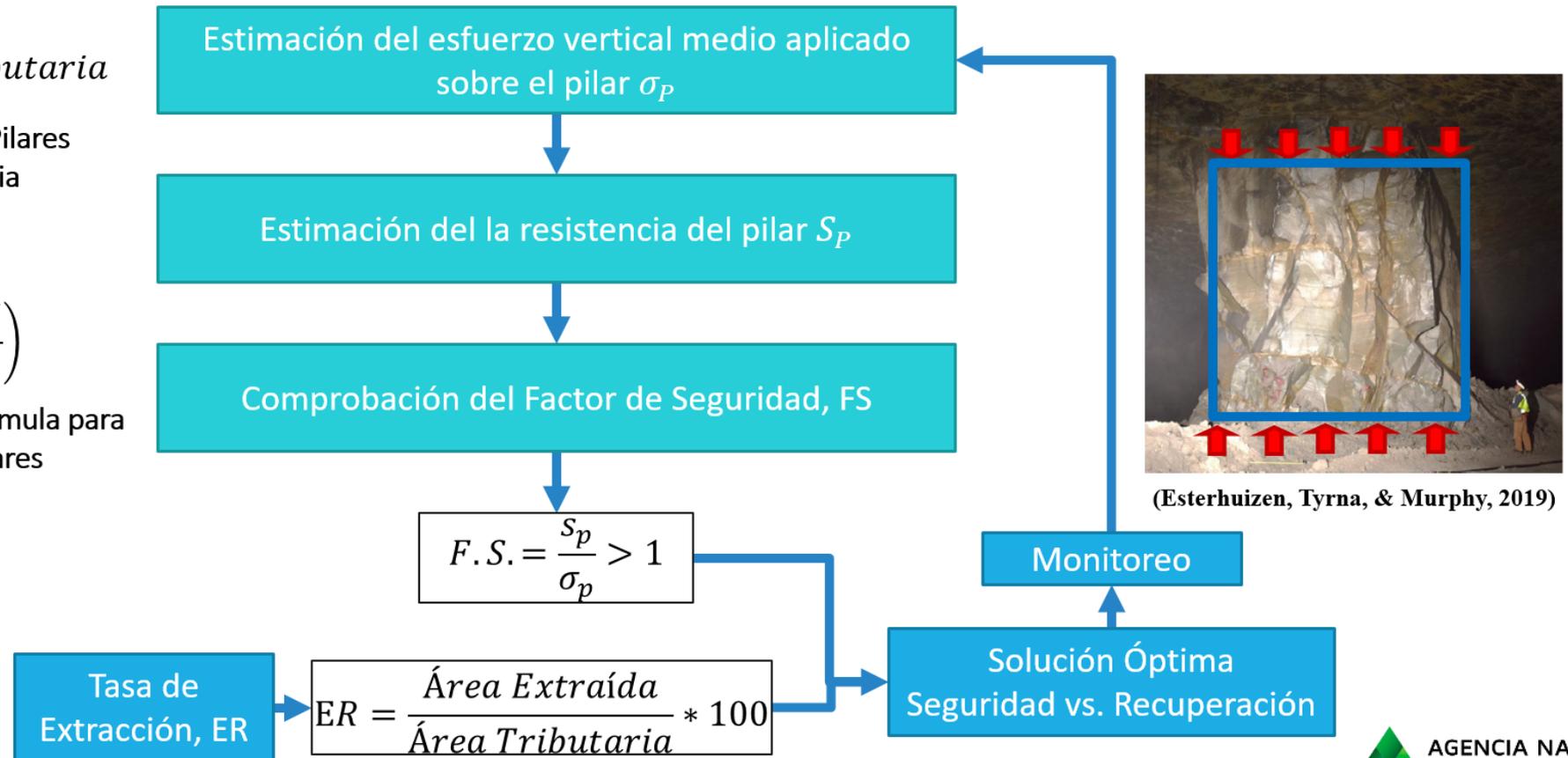
Ejemplo de Criterios de Aceptación Considerando el Diseño de Pilares

$$\sigma_p = \gamma h * \text{Área Tributaria}$$

Esfuerzo Aplicado a Pilares por Área Tributaria

$$S_p = K \left(A + B \frac{W^\alpha}{H^\beta} \right)$$

Forma General de la Formula para Resistencia de Pilares





**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORRORES MINEROS**

Implementación de los diseños

Implementación de los Diseños



Implementación del Diseño Seguro

Los controles geomecánicos no solo se basan en establecer los principios de diseño seguro, sino también su implementación y aplicación a través de un sistema de trabajo seguro. Estos procesos se deben realizar dentro de los límites permisibles establecidos en el diseño.

La implementación de diseño seguro contiene los siguientes procesos y documentos:
Elaboración del **Modelo geomecánico**

- Instrumentación y/o monitoreo
- Recolección y análisis de datos de monitoreo
- Procedimientos de intervención frente a condiciones geomecánicas inseguras (CGI)
- Procedimientos de trabajo seguro
- Planes de respuesta a emergencias



© Fredy Alonso Valeriano Nina



Implementación del Diseño Seguro

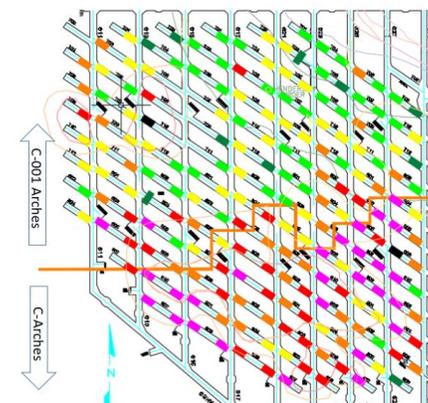
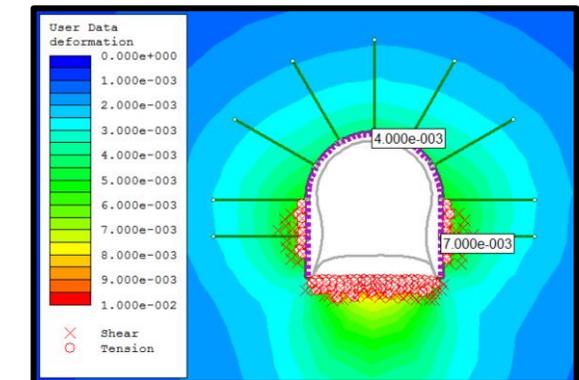
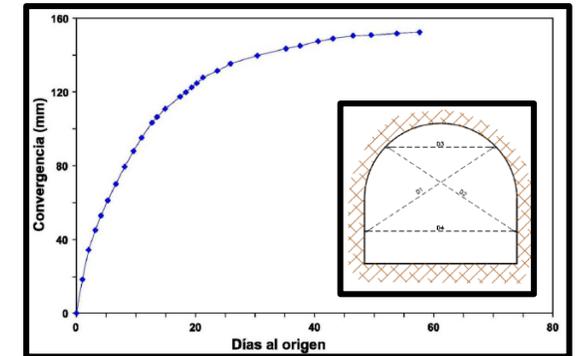
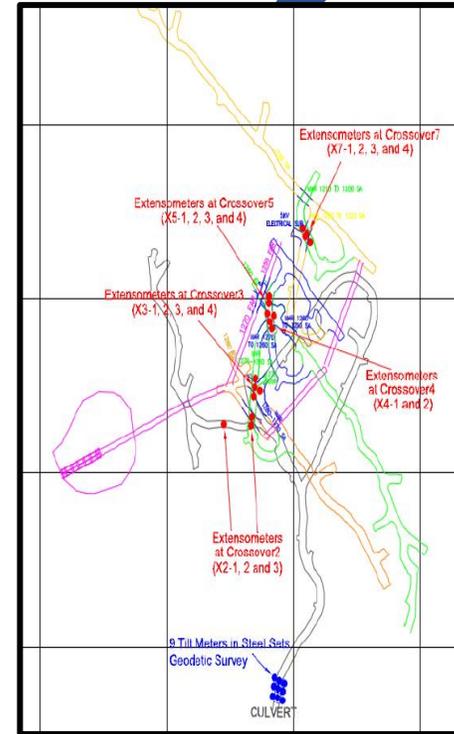
Instrumentación y Monitoreo

Se debe definir los procesos de monitoreo de acuerdo con las condiciones de su operación para evaluar el comportamiento tanto del macizo rocoso como de los elementos de sostenimiento y fortificación.

El monitoreo es una herramienta estratégica para optimizar el control de riesgos geomecánicos.

Puede involucrar observaciones y/o mediciones subterráneas del comportamiento del macizo rocoso con la intención de:

- verificar la validez de los modelos y
- Identificar limitaciones o restricciones del diseño.
- Detectar cambios en las condiciones del macizo rocoso a medida que las excavaciones avanzan
- Verificar el comportamiento de los elementos de sostenimiento y fortificación.



Implementación del Diseño Seguro

Recolección y Análisis de Datos de Monitoreo

Deben existir protocolos para llevar a cabo la recolección y el análisis de los datos obtenidos a partir del monitoreo.

Algunos de los aspectos a considerar en la recolección de datos de monitoreo geomecánico son:

- Definición y actualización de dominios geomecánicos.
- Registros fotográficos organizados de forma sistemática de las paredes, techos, pilares, entre otros.
- Registros de las inspecciones regulares.
- Registro de equipos de instrumentación geotécnica.
- Registro de cualquier otro procedimiento de recolección de datos que permitan medir el desempeño de las excavaciones mineras en el tiempo para identificar los cambios en el macizo circundante y de las condiciones de los elementos de sostenimiento y fortificación.

los datos recolectados en la fase de monitoreo sean sometidos a análisis para tomar acciones correctivas y preventivas pertinentes de manera oportuna.



Implementación del Diseño Seguro

Procedimientos de intervención frente a condiciones geomecánicas inseguras (CGI)

Se debe asegurar que los reportes de las CGI sean oportunas y debidamente atendidas. Una vez intervenidas estas condiciones geomecánicas inseguras, se debe determinar la aceptabilidad del riesgo. Un riesgo aceptable es aquel que se ha reducido o mitigado de tal forma que puede ser tolerado por la operación minera teniendo en cuenta las políticas de seguridad y salud en el trabajo, y los requisitos legales y reglamentarios.



© Krupa Sai Konanki



V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS

AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA

Implementación del Diseño Seguro

Procedimientos de Trabajo Seguro

Los PTS establecen cómo se deben realizar las actividades o tareas, que al no realizarse según lo establecido pueden ocasionar desprendimientos descontrolados de rocas, perturbar indeseadamente el macizo circundante, afectar la integridad y seguridad de los operarios, la maquinaria y la infraestructura de la mina. Estos procedimientos deben ser únicos en su elaboración, ya que tienen condiciones particulares identificadas en las evaluaciones de las áreas de trabajo. Deben existir PTS para las siguientes labores:

- Perforación y voladura.
- Instalación de elementos de sostenimiento y fortificación.
- Tareas de desabombe ya sean mecanizadas y/o manuales.
- Ingreso a áreas abandonadas o donde no se haya realizado desabombe.
- Demás actividades en las cuales los trabajadores estén expuestos a riesgos geomecánicos.



PETS

- 1) Instrucciones de seguridad.
- 2) Orden y limpieza.
- 3) Ventilación de la labor.
- 4) Lavado (regado) de los techos frente y paredes de la excavación.
- 5) Identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER) referidos a los problemas del terreno.
- 6) Llenar el Check list.
- 7) Delimitar el área a desatar y no permitir el ingreso del personal.
- 8) Seleccionar la barretilla apropiada para el desatado.
- 9) Desatado de la labor de acuerdo a los estándares y procedimientos indicados anteriormente.
- 10) Sostenimiento cuando el terreno lo requiera.



Implementación del Diseño Seguro

Planes de Respuesta a Emergencias

debe establecer, implementar y mantener procesos necesarios para prepararse y para responder ante situaciones de emergencia ocasionadas por condiciones geomecánicas inseguras. Estos Planes de Respuesta a Emergencia deben ser socializados y todo personal que ingrese a la mina debe recibir entrenamiento en estos planes. Algunos de los aspectos que debe contener los Planes de Respuesta a Emergencia son:

- Identificación de los escenarios de emergencia asociados a causas geomecánicas.
- Análisis de vulnerabilidad.
- Respuestas y recursos requeridos de acuerdo con el nivel de la emergencia.
- Cuándo y cómo se debe realizar la respuesta a la emergencia.
- Qué personal se requiere para implementar el plan y la línea de mando.
- Sistemas de alerta de emergencia y cómo se activará la alarma.
- Especificación de rutas de evacuación.
- Preparación y entrenamiento para eventos de emergencia.
- Ejercicios de simulacros





**V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORREDORES MINEROS**

Comunicación, entrenamiento y supervisión

Comunicación, entrenamiento y supervisión



Comunicación Entrenamiento y Supervisión

Proporcionar información, instrucciones, entrenamiento y supervisión adecuados es necesario para lograr un sistema de trabajo seguro. La falta de estas actividades puede generar accidentes geomecánicos y evita la correcta prevención de las condiciones geomecánicas inseguras por parte de los trabajadores.

Hacen parte de la comunicación, entrenamiento y supervisión los siguientes procesos:

- Capacitación, entrenamiento y comunicación
- Auditorías internas y externas
- Revisión y Mejora del Plan de Sostenimiento



Conclusiones

- Los aspectos geomecánicos son una de las principales causas de accidentes y muertes en la industria minera Colombiana.
- A pesar de que el marco normativo colombiano contempla la implementación de los planes de sostenimiento como una estrategia administrativa para la gestión del riesgo geomecánico, su aplicación no ha entregado los resultados esperados posiblemente por su no reglamentación.
- Los planes de gestión para el control geomecánico en minería son una regla de oro estándar en la industria minera a nivel global, y se ha demostrado con estadísticas que su debida implementación salva vidas e inclusive pueden ayudar a alcanzar la meta de cero accidentes.
- La norma NTC 6620 busca reglamentar el contenido técnico de los Planes de Sostenimiento, para garantizar y asegurar la calidad de estos documentos como herramienta de control administrativo para la gestión de riesgos geomecánicos en operaciones mineras y obras civiles subterráneas.



GRACIAS



V ENCUENTRO NACIONAL
DE SOCORRORES MINEROS

AGENCIA NACIONAL DE
MINERÍA

