



Medidas de Mitigación y Control

www.oremining.cl



Índice

- Técnicas de estabilización.
- Diseño de medidas de control preventivo.
- Gestión de riesgos y planes de contingencia.



Técnicas de estabilización

Técnicas de Estabilización de Taludes: Anclajes, Mallas, Drenes y Refuerzos

La estabilización de taludes es una práctica fundamental en geotécnica para prevenir deslizamientos y garantizar la seguridad de infraestructuras, equipos y personas.

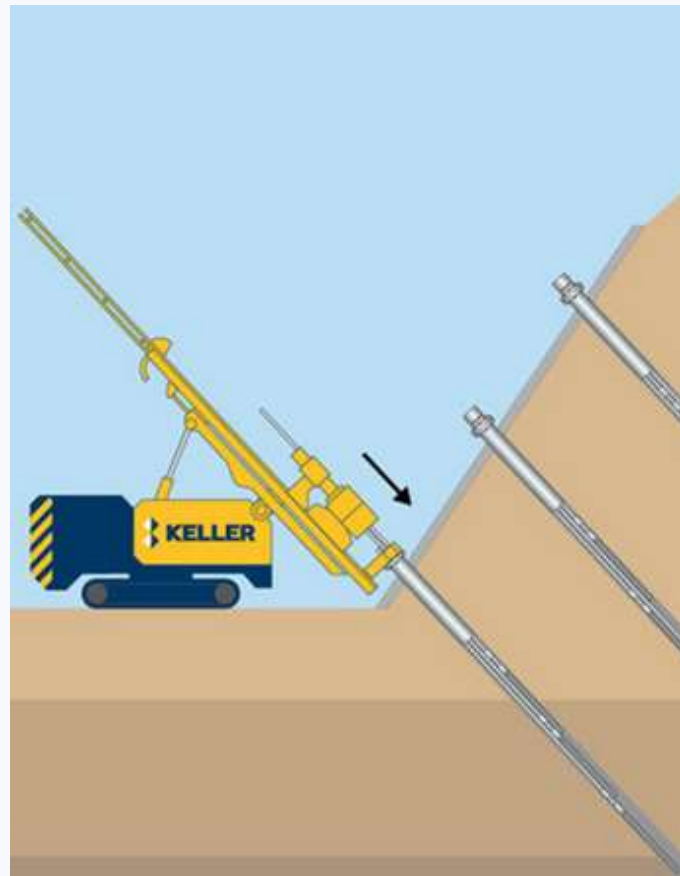
A continuación, explicaremos las técnicas más comunes de estabilización.



Técnicas de estabilización

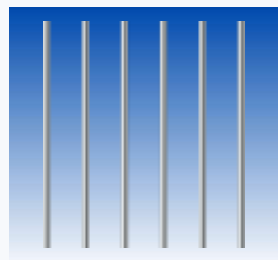
1.- Anclajes

Los anclajes son barras o cables de acero que se insertan en perforaciones hechas en el talud. El objetivo es transferir las fuerzas de tracción a las capas más profundas y estables del suelo o roca. Estas barras se tensan y anclan al frente del talud para estabilizarlo.



Técnicas de estabilización

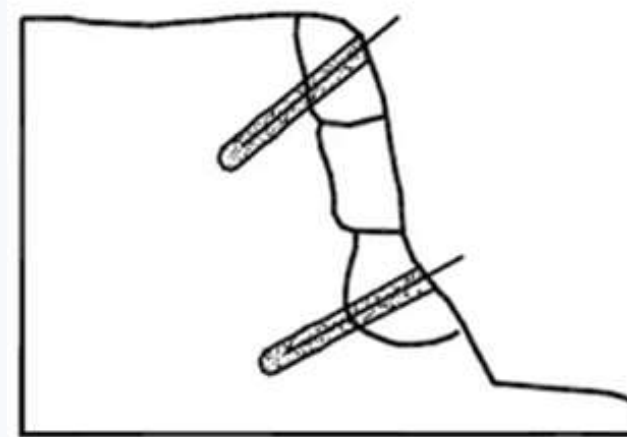
Tipos de anclajes



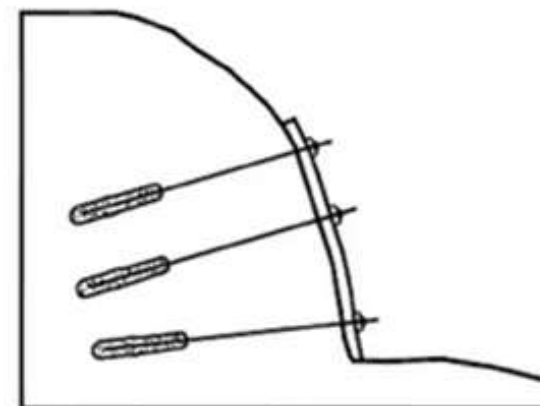
Anclajes pasivos: Son los más comunes y consisten en barras de acero o varillas que se introducen en el terreno y se anclan a una placa de anclaje.



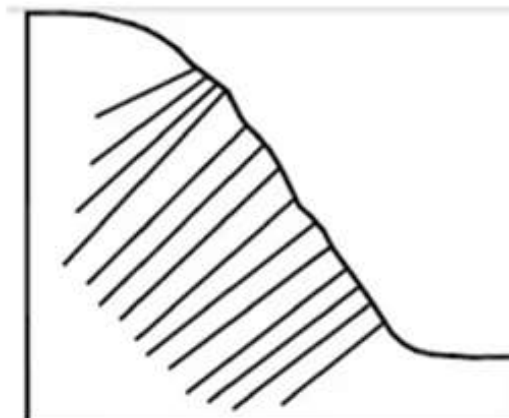
Anclajes activos: Estos anclajes pueden ser pretensados, lo que significa que se tensan antes de su colocación para generar una fuerza de precompresión en el terreno.



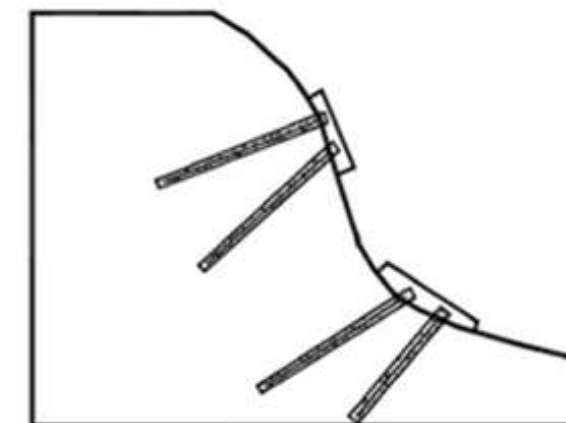
a) Pernos



b) Muros Anclados



c) Clavos



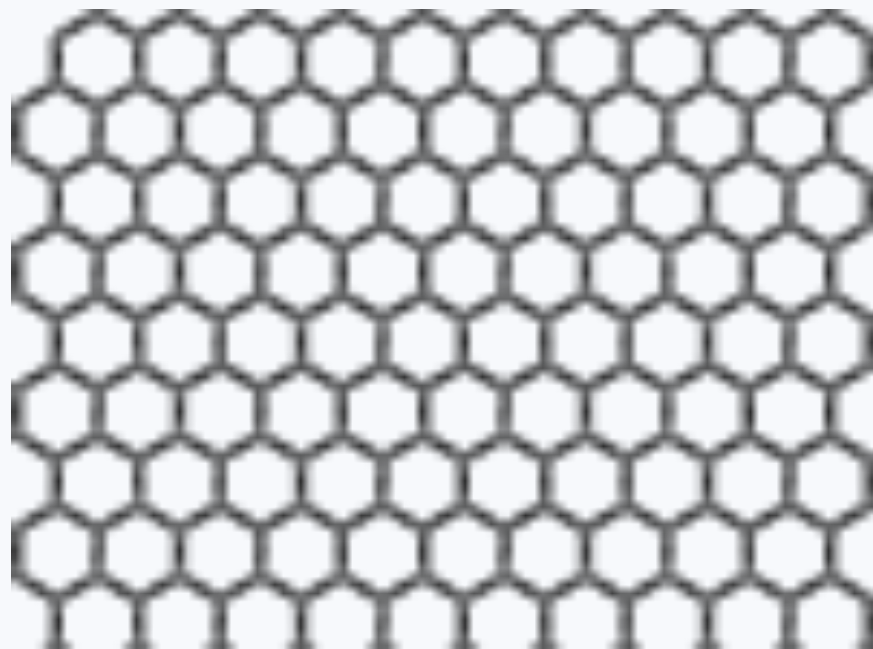
d) Micropilotes

Técnicas de estabilización

2.- Mallas de contención

Las mallas suelen estar fabricadas de acero galvanizado o materiales sintéticos, y se utilizan para contener fragmentos de roca que puedan desprenderse del talud.

Funcionan como una barrera que retiene las rocas, permitiendo estabilizar la superficie del talud.



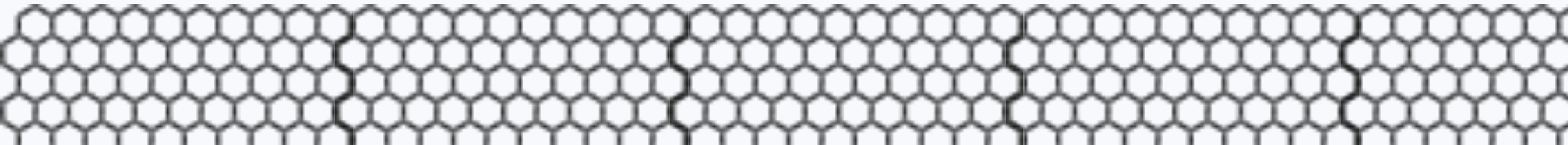
Técnicas de estabilización

Funciones de las mallas:

Contención: Evitan que las partículas de suelo se desprendan.

Protección: Protegen la superficie del talud de la erosión por el agua y el viento.

Refuerzo: Aumentan la resistencia del suelo a la tracción.



Técnicas de estabilización

3.- Drenes



El drenaje es una técnica clave para reducir la presión de agua dentro del talud, que es una causa común de inestabilidad. Los drenes consisten en tuberías perforadas que se colocan en el interior del talud para drenar el agua subterránea.



Aplicación: Se usa en taludes que presentan una acumulación de agua interna que puede generar inestabilidad.

Técnicas de estabilización

3.- Drenes



Técnicas de estabilización

3.- Drenes

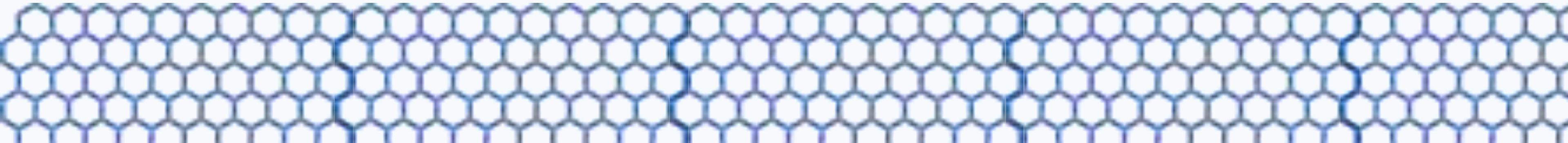


Diseño de medidas de control preventivo

El diseño de medidas de control preventivo para la estabilidad de taludes es fundamental en proyectos de ingeniería, ya que anticipa y reduce los riesgos asociados a deslizamientos y fallos estructurales.

Planificar cuidadosamente estas medidas es crucial para garantizar la seguridad y evitar costosas intervenciones correctivas.

A continuación, se explica la importancia de la planificación y algunos de los elementos clave.



Diseño de medidas de control preventivo

1. Importancia de la planificación

El primer paso para garantizar la estabilidad de un talud es realizar un análisis geotécnico exhaustivo del terreno. La planificación preventiva permite identificar las áreas de mayor riesgo, así como diseñar y aplicar soluciones antes de que los problemas se manifiesten. Esta fase incluye:



Estudios geotécnicos preliminares

Medir las propiedades del suelo, la presencia de agua subterránea y las características geológicas del área.



Identificación de riesgos

Analizar las condiciones que podrían desencadenar deslizamientos, como la erosión, sobrecarga en la parte superior del talud o cambios climáticos.



Evaluación de costos-beneficios

Tomar decisiones económicas y técnicas equilibradas para aplicar soluciones eficaces y sostenibles a largo plazo.

Diseño de medidas de control preventivo

2. Diseño de medidas preventivas

La correcta planificación del diseño de las medidas de control preventivo debe incluir una variedad de estrategias combinadas.

Algunas de las más relevantes son:



Control de drenaje

El agua es uno de los principales factores que afectan la estabilidad de los taludes. Un diseño efectivo incluye sistemas de drenaje superficiales y subterráneos para evitar la acumulación de agua que podría debilitar el suelo.



Monitoreo y mantenimiento

Las medidas preventivas no deben ser estáticas. Un sistema de monitoreo constante del talud permite detectar cambios en la estabilidad, y realizar mantenimientos correctivos antes de que ocurra una falla mayor.

Diseño de medidas de control preventivo

2. Diseño de medidas preventivas

Importancia de mantener limpias las bermas.

En una mina de rajo, mantener las bermas limpias es de suma importancia por varias razones que impactan tanto la seguridad como la eficiencia operativa.

A continuación, explicaremos algunos de los motivos claves:



Diseño de medidas de control preventivo

2. Diseño de medidas preventivas

Importancia de mantener limpias las bermas.

1.- Seguridad

Las bermas son elementos de diseño cruciales en una mina, ya que actúan como barreras físicas entre las diferentes plataformas del talud. Su función es prevenir deslizamientos y retener materiales sueltos, por lo que una berma sucia o llena de escombros puede fallar en esta función.



Prevención de caída de rocas

Las bermas evitan que las rocas sueltas o fragmentos caigan hacia las áreas inferiores, donde pueden estar trabajando operarios o maquinaria. Si las bermas están sucias o cubiertas de material desprendido, no pueden cumplir correctamente con esta función, aumentando el riesgo de accidentes graves.



Rutas de escape

En caso de emergencia, las bermas limpias pueden servir como caminos de evacuación o acceso para equipos de rescate. Una berma obstruida por escombros dificulta el movimiento seguro en estas situaciones.

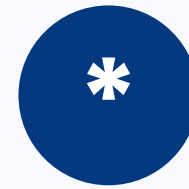
Diseño de medidas de control preventivo

2. Diseño de medidas preventivas

Importancia de mantener limpias las bermas.

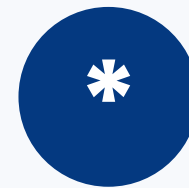
2.- Estabilidad del talud

La acumulación de escombros o materiales en las bermas puede afectar la estabilidad general del talud.



Sobrecarga

El peso adicional en las bermas aumenta la presión sobre el talud, lo que puede provocar inestabilidad y aumentar el riesgo de deslizamientos.



Alteración del drenaje

Si las bermas están llenas de material suelto, pueden obstaculizar el flujo de agua, lo que puede llevar a una acumulación de agua en el talud. Esto genera mayores presiones internas y puede comprometer la estabilidad del terreno.

Diseño de medidas de control preventivo

2. Diseño de medidas preventivas

Importancia de mantener limpias las bermas.

3.- Eficiencia Operativa

El correcto funcionamiento de la mina depende de mantener un entorno de trabajo ordenado y seguro. Las bermas limpias contribuyen a una mayor eficiencia en las operaciones diarias.



Visibilidad y seguridad del tránsito

Las bermas limpias ofrecen una mejor visibilidad para los operadores de maquinaria pesada (camiones, palas mecánicas, etc.), reduciendo el riesgo de colisiones o accidentes en las rutas internas de la mina. Además, los conductores pueden observar mejor cualquier material suelto que podría caer.



Facilita las inspecciones

Las bermas limpias permiten a los ingenieros geotécnicos y operadores realizar inspecciones visuales del talud, detectando grietas, asentamientos o indicios de inestabilidad a tiempo. Una berma llena de escombros dificulta la identificación de estos problemas potenciales.

Diseño de medidas de control preventivo

2. Diseño de medidas preventivas

Importancia de mantener limpias las bermas.

4.- Cumplimiento normativo

En muchas jurisdicciones, las regulaciones de minería exigen que las bermas se mantengan limpias y en buen estado para garantizar la seguridad en las minas a cielo abierto. El incumplimiento de estas normativas puede resultar en sanciones, multas o incluso en la suspensión de las operaciones.

En resumen, mantener las bermas limpias en una mina a rajo abierto es una práctica fundamental para garantizar la seguridad de los trabajadores, la estabilidad de la operación.

Diseño de medidas de control preventivo

3.- Ventajas de la prevención



Seguridad y reducción de riesgos

Prevenir deslizamientos mediante planificación ahorra vidas humanas y protege infraestructuras



Ahorro económico

La implementación de medidas preventivas es generalmente más económica que intervenir después de un deslizamiento.



Sostenibilidad

Soluciones preventivas como el control de drenaje y revegetación tienen un impacto positivo a largo plazo y favorecen la estabilidad ecológica.

Diseño de medidas de control preventivo

3.- Ventajas de la prevención

En resumen, la planificación en el diseño de medidas de control preventivo es la clave para minimizar riesgos, optimizar recursos y garantizar la estabilidad de los taludes.

Sin una estrategia bien diseñada desde el inicio del proyecto, los problemas asociados a la inestabilidad pueden aparecer en fases avanzadas y generar consecuencias graves.

Gestión de riesgos y planes de contingencia

La gestión de riesgos y los planes de contingencia son componentes esenciales en la estabilidad de taludes, especialmente en entornos de minería, construcción e infraestructura.

La clave para minimizar los impactos negativos de la inestabilidad del terreno es anticipar y planificar cómo actuar ante potenciales deslizamientos o fallas.



Gestión de riesgos y planes de contingencia

1.- Gestión de riesgos

La gestión de riesgos implica un enfoque proactivo para identificar, evaluar y mitigar las amenazas que puedan comprometer la estabilidad de un talud. Los pasos fundamentales en la gestión de riesgos son:

Evaluación del terreno: Realizar un análisis geotécnico completo que identifique los puntos críticos de un talud, como pendientes pronunciadas, materiales sueltos, presencia de agua o estructuras geológicas desfavorables.

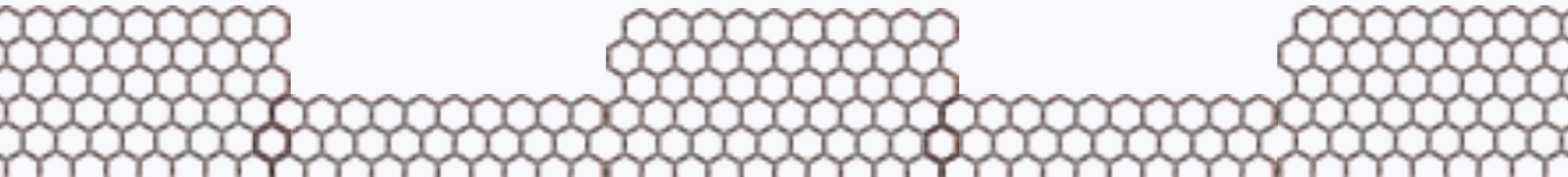
Monitoreo continuo: Implementar sistemas de monitoreo, como sensores de inclinación, estaciones totales y piezómetros, para rastrear cambios en las condiciones del talud. Esto permite actuar de forma temprana si se detectan signos de inestabilidad.

Clasificación del riesgo: Establecer niveles de riesgo según la probabilidad de deslizamiento y el impacto que tendría en personas, infraestructuras y el medio ambiente. Esta clasificación orienta las decisiones de mitigación.

Gestión de riesgos y planes de contingencia

1.- Gestión de riesgos

La **planificación preventiva** y la implementación de medidas de estabilización son fundamentales para gestionar estos riesgos, pero es igualmente importante estar preparado con **planes de contingencia**.



Gestión de riesgos y planes de contingencia

2.- Planes de Contingencia

Un plan de contingencia describe los procedimientos y acciones a seguir en caso de que ocurra una falla en el talud. Estos planes son vitales para minimizar las consecuencias de los deslizamientos, proteger vidas humanas y mitigar el daño a infraestructuras y recursos naturales.

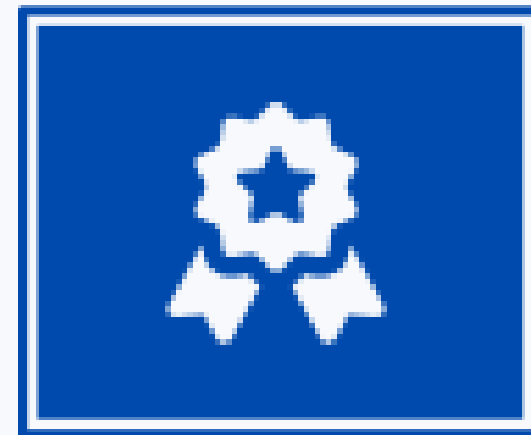
Gestión de riesgos y planes de contingencia

2.- Planes de Contingencia

Un plan de contingencia debería incluir:

Procedimientos de emergencia

Definir rutas de evacuación, zonas seguras y los pasos específicos que deben seguir los trabajadores en caso de un deslizamiento inminente. Esto debe ser comunicado a todo el personal.



Asignación de responsabilidades

Identificar al equipo responsable de ejecutar el plan de contingencia y coordinar la respuesta. Esto incluye líderes de evacuación, equipos de rescate y personal geotécnico.



Equipos y recursos de emergencia

Asegurar que haya equipos adecuados, como maquinaria para despejar escombros, vehículos de evacuación, sistemas de comunicación y refugios disponibles en caso de una emergencia.



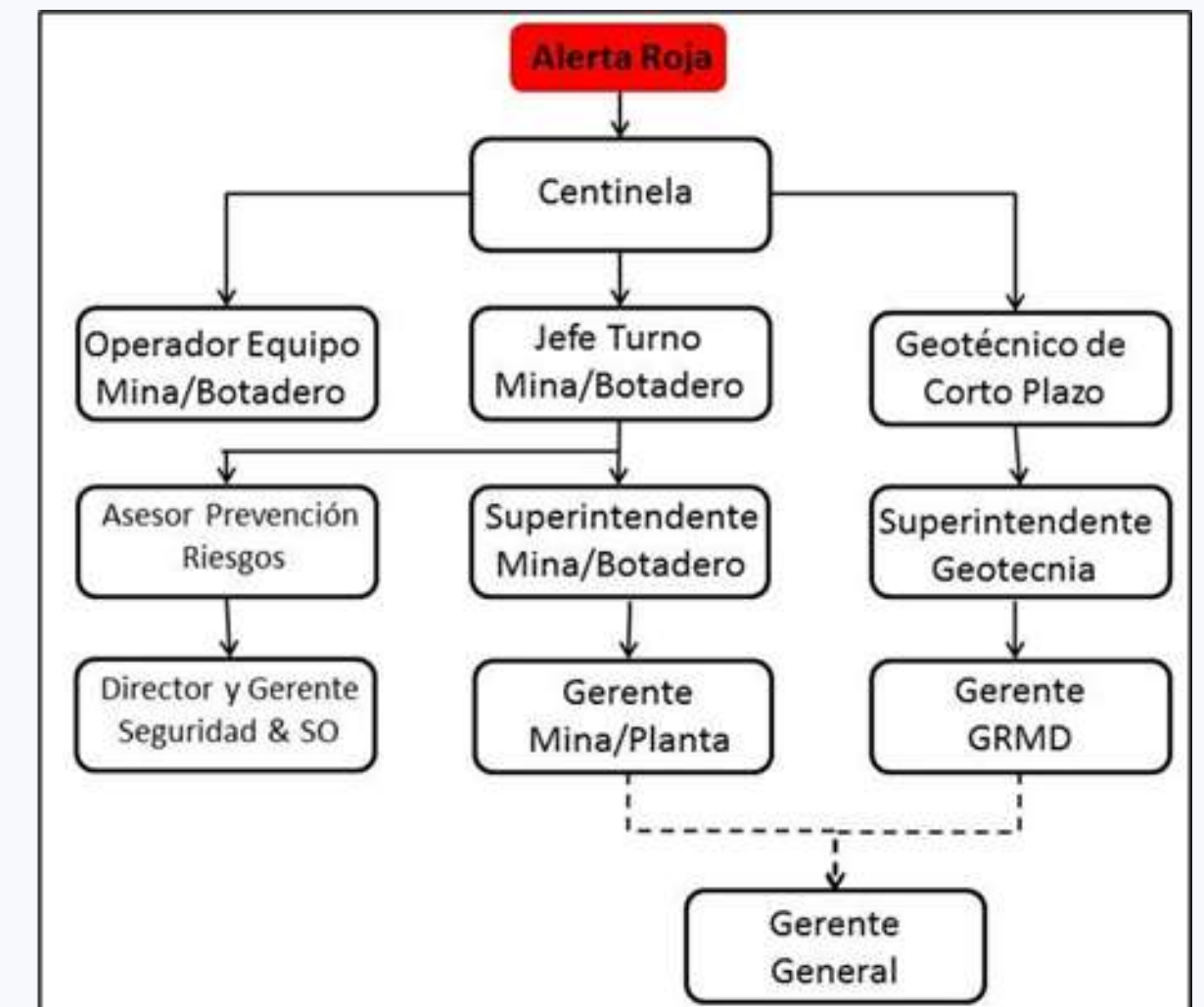
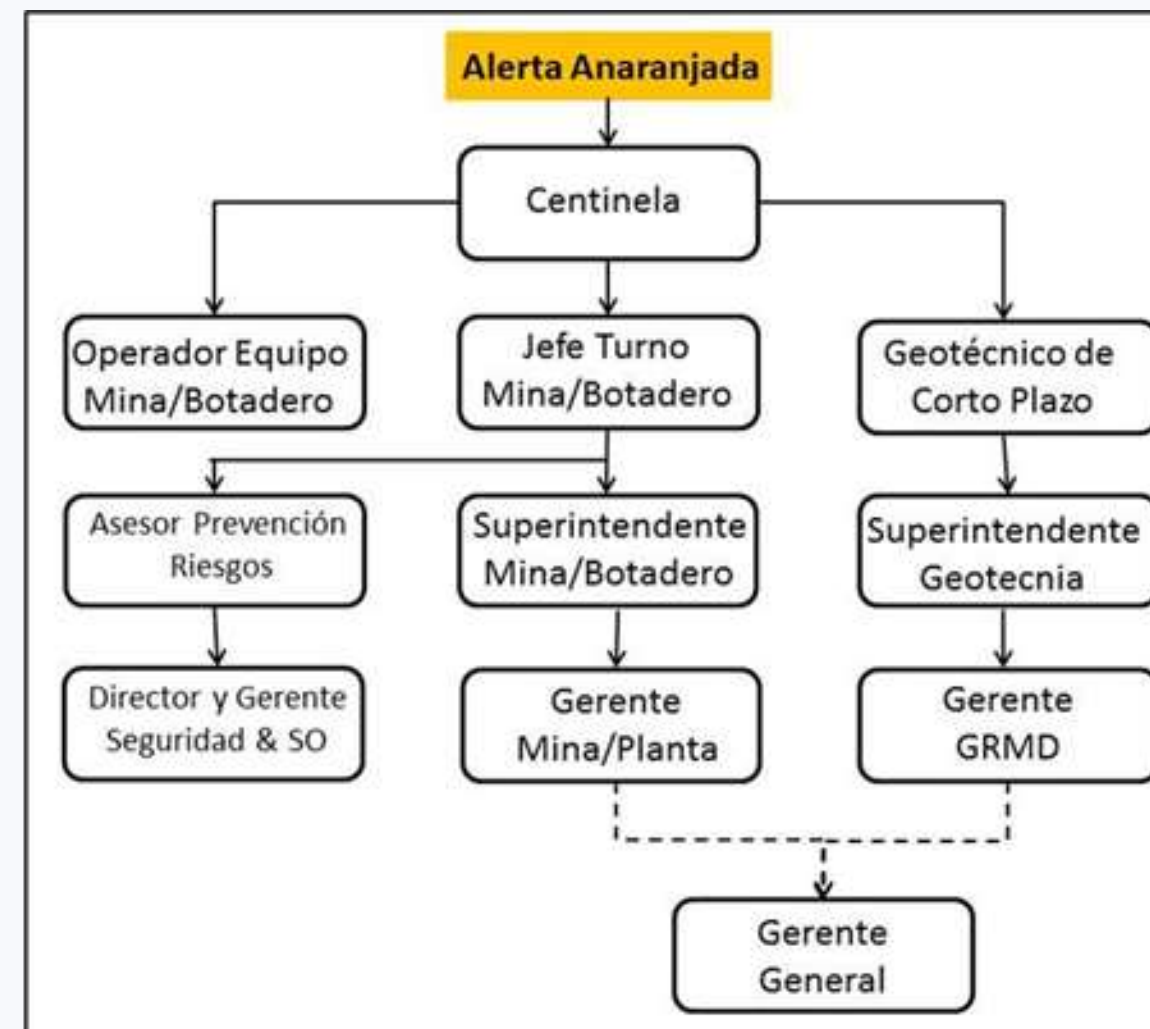
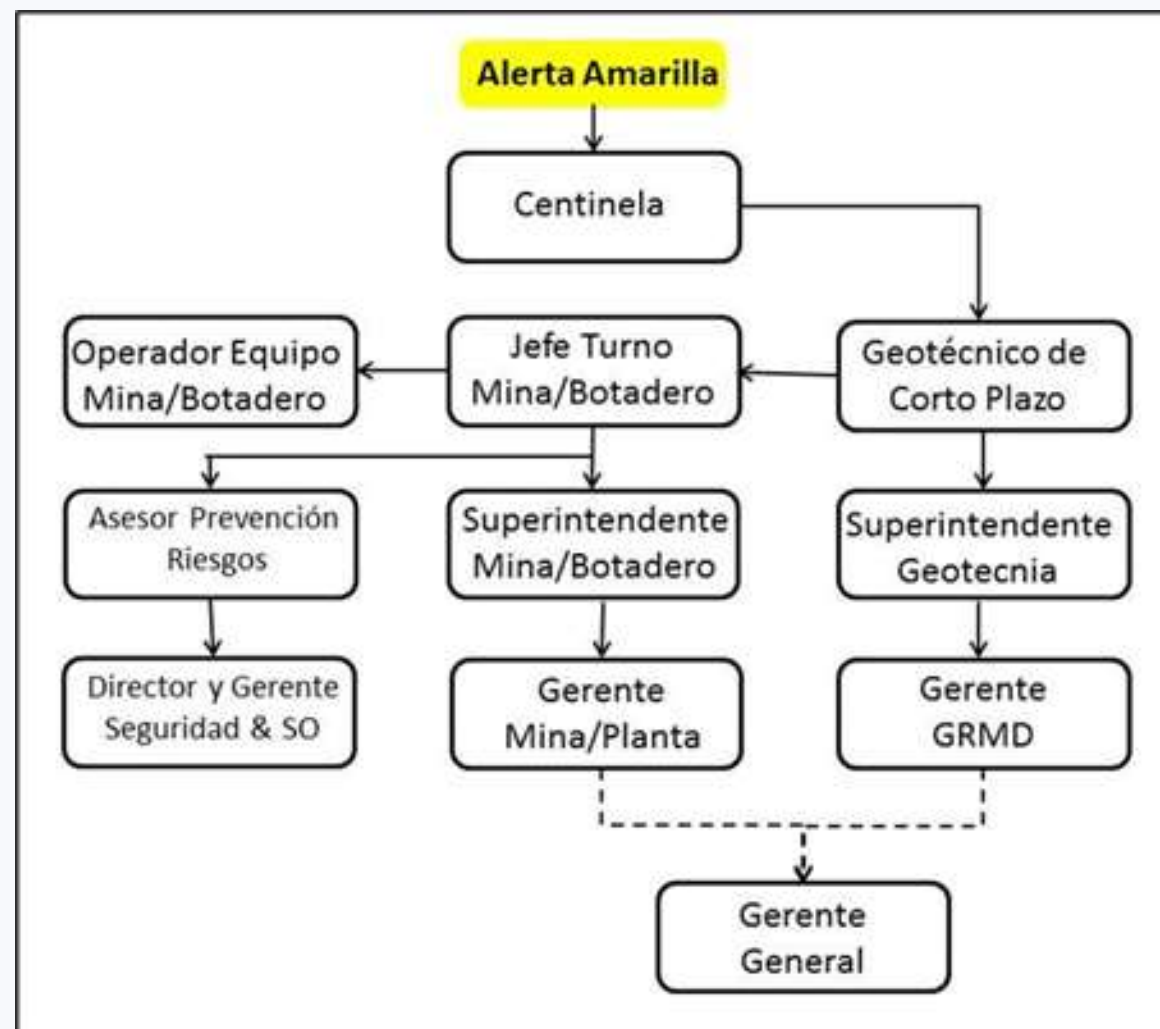
Comunicación y alerta temprana

Establecer sistemas de alerta que notifiquen a todo el personal y comunidades cercanas si se detecta un peligro inminente. Este sistema debe estar vinculado a los datos de monitoreo.

Gestión de riesgos y planes de contingencia

2.- Planes de Contingencia

Criterios de Alerta



Gestión de riesgos y planes de contingencia

3.- Ejemplos prácticos de planes de contingencia

Criterios de Alerta

Talud	Velocidad de deformación (cm/día)	Condiciones de terreno	Desarrollo del sector	Acceso
Fase 5 Talud Oeste	Alerta Verde <2	No existen grietas evidentes en bermas ni desprendimientos de material boloneo desde el talud. Líneas de Tendencia Regresivas	Explotación normal. Se puede realizar trabajos orientados a la mitigación del efecto de las velocidades, previa autorización geotécnica. Evaluar construcción de pretil.	Sin Restricción. Se pueden realizar trabajos de mitigación. Construcción de pretil.
	Alerta Amarilla 2 a 4.5	Grietas incipientes en bermas, derrames y bolones mínimos desde talud hacia fondo mina. Instrumentación en Condición Transgresiva.	Explotación normal. Radar monitoreando el sector de manera constante, aumento en las inspecciones geotécnicas. Evaluar impacto de caída de material en los lugares de operación.	Acceso restringido a vehículos menores, sólo CAEX. Radar monitoreando sector constantemente. Se pueden realizar trabajos de mitigación.
	Alerta Anaranjada 4.5 a 6 TERCER TRAMO	Grietas abiertas en bermas, derrames y caída de bolones esporádicamente desde el talud hacia fondo mina, líneas de deformación con tendencia progresiva	Según condiciones de terreno se debe evaluar explotar solo en franja interna y de día (si la inestabilidad se encuentra bajo un frente de carguío), se genera delimitación de zona de seguridad. No se puede realizar trabajos orientados a la mitigación del efecto de las velocidades.	De acuerdo a las condiciones de terreno se debe cerrar el acceso a todo tipo de vehículos livianos y pesados.
	Alerta Roja >6	Aumento en la abertura de grietas en berma y derrames con caída de bolones hacia fondo mina, líneas de deformación con tendencia crítica	Se debe abandonar el área afectada, restringiendo todo tránsito por el talud.	Acceso cerrado.

Preguntas





Contacto

Teléfono: +569 6406 6491

Whatsapp: +569 6406 6491

Email: contacto@ore-mining.com

Web: www.oremining.cl