



**SERNAGEOMIN**  
Ministerio de Minería

Gobierno de Chile



# GUÍA DE PRESENTACIÓN DE PROYECTOS MENORES A 5000 TPM

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

IT-EPM-005

29-11-24

REV. 00

Res. 2422/29-11-24

## Contenido

1	Introducción .....	4
2	Objetivo .....	4
3	Alcance .....	5
4	Proceso de Evaluación del Proyecto.....	5
5	Métodos de Explotación.....	6
a)	Explotación a Cielo Abierto .....	6
b)	Minería Subterránea .....	6
c)	Caserones y Pilares (Room and Pillar) .....	7
d)	Realce sobre Saca (Shrinkage Stoping): .....	8
e)	Explotación por Subniveles (Sub Level Stoping) .....	9
f)	Lavaderos: .....	9
6	Aspectos técnicos de presentación y evaluación de proyectos.....	11
a)	Información general: En este punto, se debe presentar la información básica que permita identificar a las partes involucradas en el proyecto.....	11
b)	Antecedentes generales del proyecto: .....	11
c)	Descripción de los cargos, dotación, y turnos de trabajo de la faena. ....	13
d)	Antecedentes técnicos del método de explotación, en términos de estabilidad.....	13
e)	Descripción de las características de los desarrollos: .....	13
f)	Descripción del estado del Macizo Roco: .....	16
g)	Recursos minerales y estériles .....	17
h)	Indicación de los minerales a explotar.....	18
i)	Descripción de los tipos de sostenimientos o fortificaciones a utilizar.....	19
j)	Descripción del sistema de ventilación de la mina subterránea. ....	22
k)	Descripción del sistema de electrificación y/o iluminación de la faena .....	24
l)	Listado de equipos y maquinaria .....	25
m)	Operaciones Unitarias: perforación, tronadura, carguío y transporte de minerales y estériles.....	26
n)	Plan de Prevención de Riesgos Operacionales.....	28
o)	Antecedentes y descripción del Polvorín .....	30
p)	Instalaciones auxiliares .....	32
q)	Diseño y medidas de seguridad de los caminos .....	32

r)	Evaluación de riesgo e identificación de peligros.....	33
s)	Antecedentes del botadero .....	34
7	Criterio de evaluacion ingeniero(a) .....	37
a)	Información general: en este punto se considera la Identificación del titular del proyecto, Identificación del ingeniero elaborador del proyecto (ingeniero proyectista), Identificación del titular de la propiedad. ....	37
b)	Antecedentes generales del proyecto .....	37
c)	Descripción de los cargos, dotación, y turnos de trabajo de la faena. ....	39
d)	Antecedentes técnicos del método de explotación, en términos de estabilidad.....	41
e)	Evaluación Técnica de Proyectos Mineros: Estabilidad y Concordancia con Normativas .....	43
f)	Descripción del estado del Macizo Rocoso .....	46
g)	Recursos minerales y estériles .....	48
h)	Indicación de los minerales a explotar.....	51
i)	Descripción de los tipos de sostenimientos o fortificaciones a utilizar.....	53
j)	Descripción del sistema de ventilación de la mina subterránea .....	56
k)	Descripción del sistema de electrificación y/o iluminación de la faena .....	58
l)	Listado de equipos y maquinaria .....	60
m)	Operaciones Unitarias: perforación y tronadura .....	63
n)	Operaciones Unitarias: carguío y transporte de minerales y estériles. ....	66
o)	Plan de Prevención de Riesgos Operacionales.....	69
p)	Antecedentes y descripción del Polvorín .....	71
q)	Instalaciones auxiliares .....	74
r)	Diseño y medidas de seguridad de los caminos .....	77

## 1 INTRODUCCIÓN

El 9 de abril de 2024, se publicó en el Diario Oficial el Decreto N° 1/2024 del Ministerio de Minería, cuyo propósito fue agilizar y adecuar la tramitación de los permisos sectoriales a las particularidades de la pequeña minería, además de flexibilizar ciertas cargas administrativas aplicables a este sector.

Como resultado de esta actualización, se realizó una modificación en las categorías de permisos necesarios para operar faenas mineras otorgados por Sernageomin, estableciendo dos nuevas categorías de proyectos. Estas categorías, detalladas en el mencionado decreto, son las siguientes:

- a. Declaración Minera (DM), para proyectos cuya capacidad de extracción sea inferior o igual a las mil (1.000) toneladas de mineral por mes, que mensualmente no exceda el 25% de producción y que anualmente no supere las doce mil (12.000) toneladas, sin perjuicio de las excepciones establecidas en el artículo 597.
- b. Proyecto Minero (PM), para proyectos cuya capacidad de extracción y/o producción sea superior a las mil (1.000) toneladas de mineral por mes e igual o inferior a cinco mil (5.000) toneladas de mineral por mes en el caso de la explotación minera. Las plantas de tratamiento de minerales cuya capacidad de alimentación no supere las cinco mil toneladas de material por mes deberán tramitar un Proyecto Minero (PM).

El Sernageomin, pone a disposición esta guía con el objetivo de brindar claridad sobre los requisitos de información y los criterios de evaluación aplicables a los proyectos clasificados en la categoría Proyecto Minero (PM).

## 2 OBJETIVO

El objetivo de esta guía es proporcionar una orientación clara y detallada sobre los antecedentes que deben presentar los titulares mineros que deseen operar faenas clasificadas dentro de la categoría Proyecto Minero (PM).

En primer lugar, la guía tiene como objetivo principal asegurar que los titulares cuenten con información precisa acerca de los requisitos y documentación necesaria, fomentando una presentación ordenada y completa de los antecedentes. Esto no solo facilita el proceso de evaluación, sino que también contribuye a la transparencia y eficiencia en la tramitación de los permisos sectoriales.

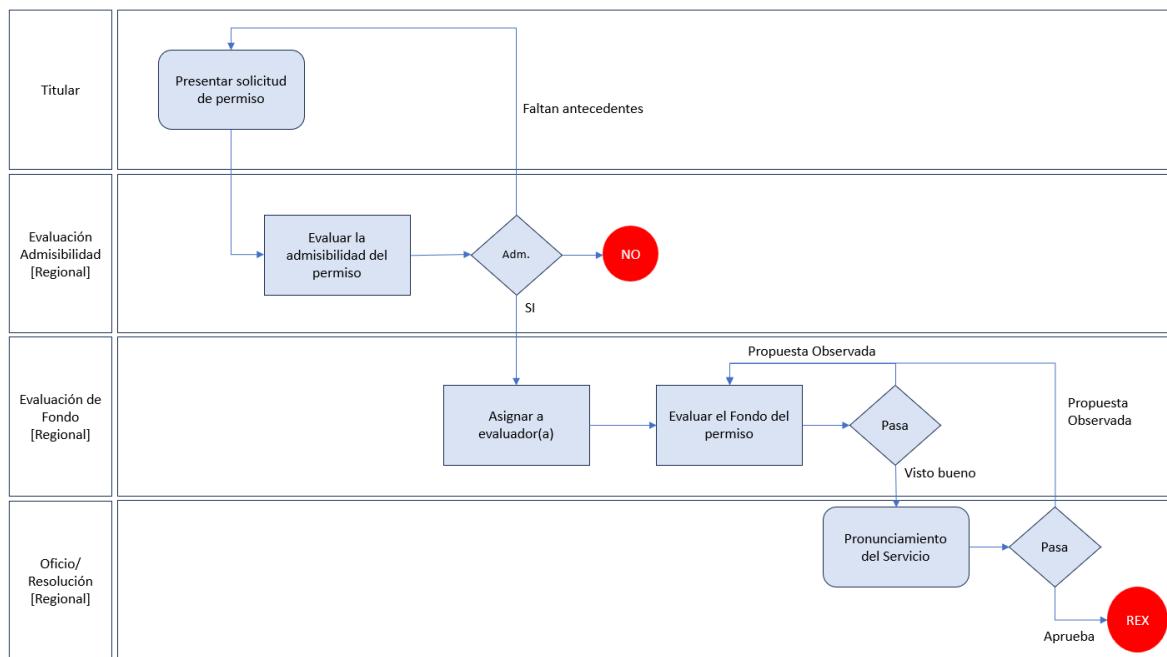
Adicionalmente, este documento establece criterios técnicos y objetivos que serán aplicados por los evaluadores de Sernageomin al analizar los proyectos. Dichos criterios buscan garantizar una revisión uniforme, justa y alineada con las normativas vigentes, promoviendo así un desarrollo minero responsable y en cumplimiento con los estándares de seguridad y sostenibilidad.

### 3 ALCANCE

El alcance de esta guía abarca una descripción detallada de los antecedentes que deben presentar los titulares de Proyectos Mineros (PM), ya sean subterráneos o a rajo abierto. Estos antecedentes incluyen aspectos clave relacionados con la operación, tales como los sistemas eléctricos, la ventilación y los botaderos asociados a las faenas mineras. Adicionalmente, la guía establece de manera clara los criterios técnicos y normativos que serán utilizados para evaluar la información proporcionada por los titulares.

### 4 Proceso de Evaluación del Proyecto

El proceso de evaluación y pronunciamiento del Servicio, respecto de permisos asociados a Proyectos Mineros (PM), se describe en la figura siguiente:



Este proceso se puede describir en 4 pasos que consideran:

- i. Presentación de la solicitud por parte del Usuario.
- ii. Evaluación de la admisibilidad de tal solicitud.
- iii. Evaluación de fondo.
- iv. Pronunciamiento por parte del Sernageomin.

## 5 Métodos de Explotación

### a) Explotación a Cielo Abierto

La minería a cielo abierto es un método de explotación superficial utilizado para extraer minerales cercanos a la superficie terrestre. Implica una mayor remoción de material estéril para acceder a los minerales valiosos en capas superficiales.

El proceso incluye la remoción de la sobrecarga, seguida de la extracción mediante perforación, tronadura y excavación con maquinaria que puede generar mayores volúmenes de remoción de material. Las minas a cielo abierto se diseñan con bancos escalonados para garantizar la seguridad y eficiencia en la operación.

El diseño y mantenimiento de los bancos, bermas y rampas son esenciales para proteger a los trabajadores, la infraestructura de la mina y garantizar su operatividad. La correcta planificación de las perforaciones y tronaduras evita daños a las instalaciones y permite que las operaciones continúen sin interrupciones.

La minería a cielo abierto está diseñada para operar de manera continua y a gran escala, lo que maximiza la eficiencia operativa. Los ciclos de perforación, tronadura, carga y transporte se ejecutan de manera secuencial, garantizando un flujo constante de material. Esto permite a las operaciones mineras mantener una producción sostenida y cumplir con las demandas de extracción a gran volumen.

### b) Minería Subterránea

La minería subterránea es un método de explotación minera que se utiliza para extraer minerales ubicados a una mayor profundidad desde la superficie, cuando la minería a cielo abierto no es viable económica y aplicable principalmente para cuerpos vetiformes o mantiformes con una explotación selectiva. Este tipo de minería implica la construcción de túneles, galerías que permiten acceder a los yacimientos de mineral situados bajo cierta profundidad desde la superficie. La minería subterránea es fundamental para la extracción de minerales como el cobre, oro, plata y otros metales, en yacimientos donde los yacimientos tienen una geometría de mayor complejidad que no permite una explotación masiva.

La minería subterránea se clasifica en distintos métodos dependiendo de la geometría del yacimiento y las condiciones geotécnicas, entre los que destacan para la pequeña minería son Realce sobre Saca, Caserones y Pilares, Explotación por Subniveles, Lavaderos, entre otros.

En términos de seguridad y continuidad operativa, la minería subterránea exige un riguroso control de la seguridad debido a los riesgos asociados, como derrumbes y condiciones geotécnicas inestables. El uso de la implementación de medidas de ventilación adecuadas es esencial para garantizar la seguridad de los trabajadores y la continuidad de las operaciones en condiciones de ambiente y seguridad óptimas.

### c) Caserones y Pilares (Room and Pillar)

El método de explotación conocido como caserones y pilares es el único aplicable en yacimientos tabulares horizontales o sub-horizontales con inclinaciones de hasta 30°, típicamente asociados a depósitos estratificados de origen sedimentario. Este método presenta una disposición y diseño de labores simple y esquemático, lo que facilita el desarrollo simultáneo de diversas áreas productivas sin requerir grandes inversiones en desarrollos de preparación. Permite una explotación selectiva, ya que siempre existe la posibilidad de dejar como pilares los sectores de baja ley. Sin embargo, uno de sus puntos débiles es la recuperación del yacimiento, ya que una proporción significativa del mineral debe dejarse como pilares. En cuanto a la dilución, puede manejarse en niveles bajos mediante el control de la estabilidad del techo y la correcta ejecución de los diagramas de disparo.

En el caso de los yacimientos estratificados, es esencial un riguroso control de la estabilidad del techo debido al riesgo constante de derrumbes o desplomes de material. Generalmente, se recurre al apernado sistemático y, si es necesario, al refuerzo o fortificación de los pilares. El diseño más simple de pilares asume que el esfuerzo en el pilar está distribuido uniformemente y equivale al esfuerzo geoestático vertical original dividido por la relación entre el área del pilar y el área original tributaria. La resistencia de los pilares se calcula con base en sus características geométricas (ancho y alto) y ensayos de laboratorio.

Las características principales del método Room and Pillar incluyen su bajo costo, alta productividad, facilidad de mecanización y simplicidad de diseño. Se utiliza en depósitos horizontales o sub-horizontales (hasta 30°) en roca razonablemente competente, con espesores de 2 a 6 metros en minerales como carbón, sal, potasio y calizas. Sus consideraciones de diseño abarcan la estabilidad del techo, la resistencia de los pilares, el espesor del depósito y la profundidad de la mina. Además, los pilares pueden recuperarse mediante diversas estrategias como relleno, retroceso, hundimiento controlado del techo, recuperación alternada, recuperación parcial (desquinche de pilares) o mediante la provocación de hundimientos controlados.



#### **d) Realce sobre Saca (Shrinkage Stoping):**

El método Shrinkage Stoping es una técnica de explotación vertical utilizada principalmente en vetas o estructuras de orientación vertical, siendo especialmente adecuada para operaciones de menor escala. Este método se basa en emplear el mineral quebrado como piso de trabajo para continuar la extracción de manera ascendente. Además, el mineral acumulado proporciona un soporte adicional a las paredes del caserón hasta que este se completa y está listo para el vaciado.

La explotación se realiza en tajadas horizontales ascendentes, extrayendo únicamente alrededor del 35% del mineral que se expande durante el proceso, mientras que el restante 65% se mantiene como soporte hasta el momento del vaciado final. Este método es intensivo en mano de obra y presenta dificultades para su mecanización.

El Shrinkage Stoping es aplicable a cuerpos tabulares o subverticales angostos, con espesores entre 1 y 10 metros y límites regulares. Es imprescindible que la inclinación sea mayor al ángulo de reposo del material quebrado, es decir, superior a 55°. El proceso consiste en excavar el mineral en una secuencia ascendente, partiendo desde la base del caserón y avanzando por tajadas horizontales.

En este método, la perforación suele realizarse con tiros verticales de aproximadamente 1,80 metros. Aunque esta práctica puede limitar la eficiencia del rendimiento por metro barrenado y aumentar el consumo de explosivos, resulta ventajosa dentro del principio del método. Los tiros cortos y el menor uso de explosivos generan una fragmentación más fina del material, lo que facilita el vaciado del caserón en etapas posteriores.



### e) Explotación por Subniveles (Sub Level Stoping)

El método de explotación Sub Level Stoping se utiliza principalmente en yacimientos de forma tabular, con orientación vertical o sub-vertical, y un espesor generalmente superior a 10 metros. Este método es más efectivo cuando los bordes o contactos del cuerpo mineralizado son regulares. También puede aplicarse en yacimientos masivos o en mantos de gran potencia, donde el macizo mineralizado se subdivide en caserones separados por pilares, que pueden recuperarse posteriormente. Tanto la roca mineralizada como la circundante deben ser estables, es decir, deben ser competentes y auto-soportantes.

Entre las ventajas del Sub Level Stoping destacan su alta eficiencia y compatibilidad con trabajos mecanizados. Este método permite una ventilación adecuada, es seguro y fácil de gestionar, ya que el personal permanece expuesto por menos tiempo. Además, logra una recuperación del mineral superior al 80%, con una dilución baja (menos del 20%). La perforación puede adelantarse, permitiendo separar las etapas de perforación y tronadura, y el mineral está disponible inmediatamente después de iniciar la tronadura de producción. Su alta productividad y la realización de labores preparatorias directamente en el mineral lo convierten en una opción económica.

Sin embargo, el método presenta desventajas importantes. Es no selectivo, lo que significa que requiere cuerpos minerales con siluetas regulares; en casos de geometrías irregulares, el método no es viable. También es ineficiente cuando los ángulos de inclinación no son pronunciados. Solo es aplicable en yacimientos con una clasificación RMR superior a 50, es decir, en macizos rocosos de buena a excelente calidad. Además, en yacimientos que no cumplen estas condiciones, el Sub Level Stoping puede ser muy peligroso debido a que los caserones permanecen abiertos de manera permanente.

### f) Lavaderos:

El principio fundamental de este método es que minerales como el oro, debido a su densidad, tienden a acumularse en los lechos de los ríos, facilitando su extracción. Las técnicas utilizadas incluyen el bateo, el dragado y el uso de canales de lavado. A pesar de ser un método antiguo, sigue siendo efectivo en zonas donde los yacimientos aluviales son ricos en minerales.

La explotación de lavaderos es ideal para operaciones pequeñas o medianas, ya que no requiere de infraestructura compleja. Sin embargo, su eficiencia depende de la disponibilidad de agua y de la naturaleza de los sedimentos que contienen los minerales.

En cuanto a la seguridad, los trabajadores enfrentan riesgos como la inestabilidad del terreno cerca de cuerpos de agua y la posibilidad de inundaciones, por lo que se deben implementar medidas de protección, especialmente en zonas propensas a crecidas.

Las instalaciones utilizadas son generalmente móviles y de bajo costo, como dragas o balsas, lo que facilita su uso en terrenos aluviales. Sin embargo, es crucial mantener y

gestionar adecuadamente este equipo para evitar accidentes y garantizar la continuidad operativa.

La minería de placer depende de las condiciones geográficas y del acceso al agua, lo que puede limitar las operaciones en temporadas secas. Aun así, una buena gestión puede proporcionar una fuente constante de mineral en zonas con yacimientos aluviales ricos.



## 6 ASPECTOS TÉCNICOS DE PRESENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

**a) Información general:** En este punto, se debe presentar la información básica que permita identificar a las partes involucradas en el proyecto.

- i. **Identificación del titular del proyecto**, indicando nombre o razón social; representante legal, si aplica; número de cédula nacional de identidad, de pasaporte o rol único tributario, según corresponda; domicilio comercial dentro de un radio urbano; correo electrónico y número de teléfono de contacto del titular.
- ii. **Identificación del ingeniero/a elaborador del proyecto (ingeniero/a proyectista)**, cuya profesión debe ser Ingeniero/a Civil en Minas, Ingeniero/a de Ejecución en Minas o Ingeniero/a en Minas para faenas de extracción o Ingeniero/a Civil Metalúrgico, Ingeniero/a de Ejecución Metalúrgico o Ingeniero/a Civil o de Ejecución Químico para tratamiento de minerales, cuyo título haya sido reconocido o convalidado en Chile; número de cédula nacional de identidad; copia autorizada ante notario del certificado de título; domicilio y correo electrónico. El Servicio mantendrá, con fines informativos y de publicidad, un catastro de ingenieros/as proyectistas para efectos de la presentación de proyectos.
- iii. **Identificación del titular de la propiedad**, indicando nombre o razón social y RUT; representante legal, si aplica; número de cédula nacional de identidad, de pasaporte o rol único tributario, según corresponda; domicilio comercial dentro de un radio urbano; correo electrónico y número de teléfono de contacto.

**b) Antecedentes generales del proyecto:**

- i. **Ubicación de la faena minera**, indicando región, provincia, comuna y sector. Se deberán indicar las coordenadas UTM de la propiedad minera respectiva, del polígono del proyecto, y la altura en relación con el nivel del mar.
- ii. **Descripción del acceso**, indicando si los caminos son de uso público o privado para acceder a la faena y sus instalaciones. En este último caso, se debe informar también si el camino es propio o de un tercero, señalando las coordenadas UTM de la ubicación de los controles de acceso. Para caminos rurales sin señalización se debe entregar una descripción de la condición del camino, indicar la dirección a seguir en caso de bifurcaciones y desvíos, además indicar la existencia de puntos de referencia importantes, para los cuales deberá proporcionar coordenadas UTM y Datum.
- iii. **Descripción general de la faena minera y de cada una de sus instalaciones** distinguiendo la infraestructura principal y auxiliar, incluyendo las instalaciones y lugares de almacenamiento de elementos combustibles tales como petróleo, lubricantes o zonas de suministros. En este punto se debe realizar una descripción de las instalaciones mineras con los elementos geográficos relevantes, tales como quebradas, pendientes, cuerpos y cursos de agua, líneas de alta tensión, entre otros. Para estos efectos, se deben incorporar planos o imagen en formato KMZ que den cuenta de elementos geográficos.

- iv. **Si el yacimiento ha sido explotado con anterioridad**, se deberá incorporar una descripción de los desarrollos mineros existentes, señalando lo que sea necesario para su individualización, denominación de la faena si se tiene el antecedente, su ubicación con coordenadas UTM, tipo de labor (chimeneas, rafos, socavones antiguos, entre otros), estimación de metros de avance existente mediante un croquis, si están las condiciones de seguridad para desarrollarlo, definición de barreras, señalética, sus características, entre otros, para evitar el acceso a zonas peligrosas e identificación de zonas o sectores que no sean parte del permiso sectorial o proyecto de explotación y con prohibición de explotación.
- v. **Para el caso de proyectos de extracción**, se deberá individualizar la pertenencia minera que ampara al proyecto, indicando nombre y rol nacional. Además, se deberá acompañar copia autorizada de la inscripción del Registro de Propiedad del Conservador de Minas respectivo, con certificado de vigencia emitido dentro de los tres meses anteriores a su presentación.
- vi. **En caso de que la empresa minera, o productor minero no sea el titular de la pertenencia**, deberá acompañar el contrato que le da derecho a aprovecharse de ella. Si la concesión pertenece a una sociedad regida por el Código de Minería, se deberá, además, acompañar un certificado del Registro de Accionistas del Conservador de Minas respectivo, emitido dentro de los tres meses anteriores a su presentación.
- vii. **Para el caso de que la empresa o productor mineros sea dueño de la pertenencia minera**, se deberá presentar un informe básico sobre la estimación de la duración del proyecto minero sobre la base de estimación de recursos mineros, dividido por la capacidad de extracción y/o procesamiento de mineral, el cual podrá ser suscrito por el propio ingeniero proyectista.
- viii. Indicación de las resoluciones aprobatorias del Servicio relacionadas.
- ix. Indicar el método de explotación seleccionado (cielo abierto o subterráneo).



Figura: Ubicación de la Faena Minera

**c) Descripción de los cargos, dotación, y turnos de trabajo de la faena.**

- i. Descripción de los cargos: Se debe identificar y describir todos los cargos que aplican a la faena minera, especificando los roles que cumple, tales como: administrador/a de faena, jefe/a de turno mina, programador/a calculista de explosivos, manipulador/a de explosivos, perforista, ayudante de perforista, operador/a de equipo, prevencionista de riesgos, mecánico de mantención, entre otros.
- ii. Dotación: se refiere a la cantidad de trabajadores/as, y se debe presentar el número de trabajadores totales, por turno, por cargo y por género.
- iii. Turnos de trabajo de la faena: el trabajo a turnos es una modalidad laboral que implica la rotación de empleados/as en diferentes horarios a lo largo del día, de la semana o del mes.

**d) Antecedentes técnicos del método de explotación, en términos de estabilidad.**

La selección del método de explotación debe considerar los siguientes factores:

- Profundidad del yacimiento: Cielo abierto para yacimientos superficiales y subterráneo para yacimientos profundos.
- Forma y tamaño del depósito: Yacimientos grandes y masivos favorecen cielo abierto; yacimientos estrechos o en vetas favorecen subterránea.
- Ley del mineral: Alta ley puede justificar minería subterránea; baja ley suele preferir minería a cielo abierto.
- Relación estéril/mineral
- Condiciones geotécnicas y estabilidad: La estabilidad del terreno define si es más seguro explotar superficialmente o bajo tierra.
- Impacto ambiental: Minimizar el impacto será clave en zonas protegidas o sensibles.
- Seguridad: Elegir el método que garantice menores riesgos para los trabajadores.
- Estos factores permiten una evaluación rápida y práctica para elegir el método de explotación más adecuado según el contexto del proyecto minero, sin perjuicio de lo anterior, el titular debe siempre priorizar aquellos métodos que presenten una mayor seguridad para las operaciones mineras y cuidados de sus trabajadores.

**e) Descripción de las características de los desarrollos:**

- i. Su ubicación, dimensiones, diseño, entre otros. Los aspectos claves para evaluar el desarrollo de túneles, galerías, rampas y chimeneas en proyectos mineros, considerando los parámetros técnicos y normativos son los siguientes:

- Túneles y galerías:
  - a) Rumbo y sección: Se debe establecer la dirección y las dimensiones de las galerías, ajustándose a las necesidades del proyecto.
  - b) Pendientes: Las pendientes deben ser definidas de acuerdo con los equipos que se utilizarán y siguiendo las especificaciones del fabricante para garantizar una operación eficiente y segura.
- Rampas:
  - a) Radios de curvatura y peraltes: Para asegurar un tránsito adecuado y seguro de vehículos y maquinaria, las rampas deben incluir radios de curvatura y peraltes adecuados, tomando en cuenta la geometría y las especificaciones técnicas del fabricante.
  - b) Distancias a labores, caserones cercanos, estocadas y conexiones: Es esencial mantener distancias apropiadas entre las rampas y las estructuras cercanas, asegurando que la planificación no interfiera con otras operaciones o estructuras en el entorno minero.
- Chimeneas:
  - a) Ubicación y dimensiones: La ubicación de las chimeneas debe ser estratégicamente planificada, definiendo sus dimensiones y especificando si algunas rompen en la superficie o si estarán en áreas subterráneas.
  - b) Inclinación: Las chimeneas deben cumplir con los ángulos de inclinación requeridos para su función específica.
  - c) Descansos y escaleras: Si las chimeneas están escalonadas, se debe especificar la ubicación de los descansos. Si son manuales, deben respetar los límites de longitud máximos de acuerdo con la siguiente tabla:

Inclinación Sexagesimal	Desarrollo Inclinado Máximo (m)	Altura Máxima (m)
80	65	65
70	80	75
60	97	84

- d) Función de las chimeneas: Se debe detallar su propósito, ya sea salida de emergencia, ventilación, producción u otro uso.
  - e) Secuencia de construcción. Se puede apoyar con una gráfica tipo Carta Gantt, señalando la extensión en el tiempo.
- ii. Se deberá presentar con imágenes, planos o figuras numeradas con la secuencia de construcción de las labores de desarrollo consideradas en el proyecto, la cual debe ser concordante con secuencia de explotación, la habilitación de la ventilación y la carta Gantt presentada.

- iii. Presentación en orden lógico de construcción de las labores de desarrollo y que estas sean concordantes con las obligaciones establecidas en el Reglamento de Seguridad Minera.
- iv. Descripción de las características de las labores de preparación, tales como embudos, zanjas, chimeneas, entre otros, indicando cantidad de cada una, ubicación, dimensiones, y diseño, apoyándose con figuras o planos. Para las labores inclinadas se deberán indicar las medidas de seguridad para su construcción.
- v. Descripción de las características de la unidad de explotación, indicando su ubicación, dimensiones, diseño y cantidad, las dimensiones de las losas, pilares, puentes adjuntando los correspondientes análisis de estabilidad (empíricos o numéricos) que den cuenta de la seguridad de la explotación. En el caso de explotaciones a Cielo Abierto o lavaderos, deberá describir las características de diseño de los bancos a nivel local y global, considerando las medidas de los bancos, altura de banco, ancho, ángulo de talud y pit final, berma de contención, tipo de rampas (abiertas o cerradas), número de bancos y capacidad de retención de estos en caso de caídas de rocas locales, además de las medidas de seguridad para el ingreso y la salida a estas unidades.
- vi. Deberá revisarse la estabilidad de las unidades de explotación, pilares, rib pillars o Crown pillar según corresponda, mediante los métodos aplicables para el tipo de unidad de explotación diseñada, revisando las condiciones de seguridad en acceso y salida, la correcta ventilación al interior del caserón y si corresponde, las medidas de bloqueo, segregación de áreas, o tapados posteriores a su explotación.
- vii. Descripción de la secuencia de explotación, la cual debe tener un orden lógico, numerado y presentado mediante planos en planta y perfiles, que sean orientativos a definir la forma en que se extraerán de manera segura la totalidad de los caserones o unidades que componen el proyecto, las cuales deberán ser retroceso, alejándose de los sectores ya explotados, alejándose de las condiciones de riesgo, generando cuando sea necesario, las medidas de bloqueo o tapados para segregación de áreas, control de acceso a áreas abandonadas y control del flujo de ventilación. Para ello se deberán apoyar con figuras o planos, en caso de explotaciones a cielo abierto deberá entregarse la secuencia de las fases en que se compone el pit final.
- viii. Descripción del diseño final de la explotación, indicando la cantidad de unidades de explotación consideradas que permitan el agotamiento de los recursos identificados en la duración del proyecto determinado. Se deberá presentar su emplazamiento respecto a las labores actuales si las hubiese. Para todo lo anterior se deberá apoyar con figuras o planos.

- ix. Describir utilizando planos o figuras dimensionados y georefenciados con el emplazamiento final de las labores diseñadas en conjunto con labores actuales o preexistentes, que ilustren el agotamiento de los recursos y sino de la explotación. Adicional a dichos planos, deberá presentarse el cálculo de la cubicación de los recursos a extraer, los cuales deben ser concordantes con los equipos utilizados y duración del proyecto, en el caso del estéril debe ser concordante con la capacidad del botadero diseñado.
- x. Deberá revisarse que el cálculo de la cubicación del recurso a extraer sea concordante con los equipos utilizados y duración del proyecto, en el caso del estéril debe ser concordante con la capacidad del botadero diseñado.
- xi. Descripción de las medidas de seguridad apropiadas al método de explotación que se utilizará. Para estos efectos, el Servicio, a través de su sitio web institucional, pondrá a disposición de la empresa o productor minero guías, aprobadas previamente por resolución, que permitan dar cumplimiento a lo anterior.
- xii. Descripción e identificación en una figura o plano de las salidas de emergencia conforme al diseño de la explotación. Se deberá indicar la secuencia de construcción y los elementos necesarios para su funcionalidad.
- xiii. Adicionalmente deberá indicar la distancia entre los puntos más alejados de explotación hasta la salida de emergencia, indicando la ruta hacia superficie, y si estas se conectan a otras faenas o labores preexistentes.
- xiv. En los planos, en planta y perfil, deberá indicar la existencia de refugios u otra infraestructura de apoyo en caso de emergencias.

**f) Descripción del estado del Macizo Rocososo:**

Se deberán presentar los trabajos mineros considerando nivel fractura, presencia de agua, presencia de fallas o diques.

También se deberá describir el tipo de yacimiento y sus características geomorfológicas, tales como potencia, manteo, rumbo, profundidad de ubicación, entre otros.

***Sin perjuicio de lo anterior, el Servicio podrá requerir a la empresa o productor minero un informe de estabilidad, cuando de los antecedentes que tenga del distrito minero o de la faena minera en particular, así aparezca necesario.***

- i. Nivel de Fracturas:
  - a. Descripción: Cantidad de fracturas, familia o set de estructuras y sus características tales como: condiciones de relleno, rugosidad, extensión, abertura, entre otros parámetros definidos en el sistema RMR.

- ii. Presencia de Agua:
  - a. Descripción: Presencia de agua subterránea, niveles freáticos si son conocidos, permeabilidad de las rocas, indicando si el agua fluye, gotea, humedece las rocas de caja presentes en las labores mineras, o si se encuentran en un estado seco, etc. La interacción del agua con el macizo rocoso puede debilitar la estructura y provocar problemas como inestabilidad, erosión interna o presión sobre las galerías.
- iii. Presencia de Fallas y diques:
  - a. Descripción: Debe indicar la presencia de fallas y/o diques conocidos en el sector del proyecto, con su orientación, relleno, extensión y ubicación espacial con respecto a las labores diseñadas.  
En caso de indicar presencia de diques, debe complementarse la información indicando su potencia (grosor expresado en [m] o [cm] según corresponda) y tipo de dique (dependiendo de su litología o relleno).
- iv. Descripción del tipo de yacimiento
  - a. Descripción: deberá indicar a que tipo de yacimiento según el siguiente listado, del cual deberá describir los siguientes parámetros en detalle: Potencia, Manteo, Rumbo, Profundidad, corrida (largo), ubicación entre otros:
    - Yacimientos Vetiformes (Filonianos).
    - Yacimientos Diseminados.
    - Yacimientos tipo Mantos (Sedimentarios o Estratoligados).
    - Yacimientos Masivos (Tipo Skarn).
    - Yacimientos Placeres.

### **g) Recursos minerales y estériles**

Se deberán indicar los recursos del yacimiento, generalmente en calidad de potenciales con su respectiva ley media, así como también la estimación de la cantidad de material estéril a extraer. Asimismo, se deberá señalar la definición del mineral principal, metálico o no metálico y la relación estéril mineral (REM) y el Plan de Producción señalando la extracción y/o beneficio de mineral mensual por frente de trabajo o instalación.

Descripción: Este ítem estará relacionado directamente con la duración que tendrá el proyecto de explotación propuesto, por lo cual la información contenida deberá ser lo más verídica posible. Se deberá tener en cuenta al momento de la revisión que la estimación de recursos en pequeña minería habitualmente se realiza mediante pequeñas campañas de sondajes financiadas por ENAMI y sondajes particulares o simplemente con la delimitación con las características de la estructura.

En caso de que la estimación de recursos sea realizada por campañas de sondaje realizadas por ENAMI se aprobará los recursos mencionados y estimados en el informe que emitirá esta entidad.

En caso de que la faena presente una estimación de recursos sin la existencia de una eventual campaña de sondajes podrá presentar como reservas un cálculo según lo siguiente:

- a. Sin Labores existentes: en un proyecto que se emplazará en un terreno sin explotación de ningún tipo, el ingeniero/a proyectista podrá estimar los recursos a partir de información inferida de profundidad y corrida de la estructura e información cuantificable como lo es la potencia de la estructura, para esta estimación será aplicable la siguiente correlación, ver (Ec.i).

---

$$\text{Recursos} = \text{Corrida} * \text{Potencia} * \text{Profundidad} * \text{Densidad de la roca}$$

(Ec.i)

---

En este caso los recursos obtenidos tendrán un error de estimación demasiado alto por lo cual esto será considerado al momento de la revisión de la vida útil del proyecto.

- b. Con labores existentes: esto aplicara para aquellos proyectos que se sitúen en sectores ya explotados, por lo cual tendrán más información para el cálculo de reservas, tomando como reservas probadas todo aquel material que se extrajo, y como recursos o “reservas inferidas” la estimación realizada con corridas, profundidades y potencias medidas. El cálculo de reservas totales se realizará bajo la siguiente correlación, ver (Ec.ii):

---

$$\text{Reserva} / \text{ritmo de extracción} = \text{vida útil proyecto}$$

(Ec.ii).

---

#### **h) Indicación de los minerales a explotar**

Sean metálicos o no metálicos. También se deberán indicar los minerales primarios, secundarios e impurezas que serán extraídos.

Este ítem representa al recurso económico de la faena, y se deberá informar en el proyecto el tipo de mineralización predominante, ya sean estos óxidos de

cobre, sulfuros de cobre, oro, plata. Etc. Además, deberá mencionarse las alteraciones asociadas a la mineralización.

También se deberá adjuntar la ley de mineral que se estima extraer, ya sea esta que se haya obtenido desde un muestreo de mineral o mediante la venta de material en algún poder de compras.

En el caso de los materiales considerados estériles, de igual manera se deberá presentar un detalle de los minerales que componen dicho estéril, con énfasis en las impurezas.



### **i) Descripción de los tipos de sostenimientos o fortificaciones a utilizar.**

Se presenta una descripción detallada de los diferentes tipos de fortificación empleados en minería subterránea, destacando sus principales características y aplicaciones.

#### i. Fortificación Temporal:

- Marcos de Madera:** Utilizados principalmente para trabajos temporales en áreas donde se espera un avance rápido. Son económicos y fáciles de instalar, pero no se recomiendan para condiciones de alta presión o humedad, ya que pueden deteriorarse rápidamente.

- b. Cables y Pernos de Anclaje: Muy comunes en labores de soporte temporal, especialmente en galerías o túneles. Se instalan para estabilizar el terreno durante las primeras fases de la operación.
- ii. Fortificación Permanente:
  - a. Fortificación de Hormigón Proyectado (Shotcrete): Este tipo de sostenimiento se usa tanto en aplicaciones temporales como permanentes. Consiste en aplicar hormigón proyectado sobre las paredes y techos del túnel para proporcionar estabilidad estructural. Es muy eficaz en áreas con rocas fracturadas o débiles.
  - b. Marcos Metálicos: Utilizados en labores permanentes, especialmente en zonas de deformación severa. Estos marcos proporcionan mayor estabilidad en galerías donde se espera que las presiones del terreno sean elevadas a largo plazo.
  - c. Mallas Metálicas: Se utilizan en combinación con shotcrete o pernos de anclaje para evitar el desprendimiento de pequeñas rocas. Su instalación mejora la seguridad en zonas con fracturamiento superficial.
- iii. Fortificación con Elementos Naturales:
  - a. Pilares de Rocas: En algunas minas, se dejan pilares de roca in situ, que actúan como elementos de soporte natural. Esta técnica se utiliza generalmente en minas donde el terreno tiene suficiente resistencia para soportar las cargas verticales sin necesidad de fortificaciones adicionales.

Se describe, de manera general, un procedimiento para implementar los diferentes tipos de fortificación utilizados en minería subterránea, considerando los pasos principales y las mejores prácticas aplicables:

- i. Fortificación Temporal
  - a. Marcos de Madera:
    - Inspección Inicial: Se debe evaluar el terreno y las condiciones geomecánicas de la zona donde se instalará el marco.
    - Preparación del área: Limpieza del frente de trabajo y marcación del área donde se colocarán los marcos.
    - Corte y preparación de la madera: Selección de piezas de madera con dimensiones y calidad adecuadas para el soporte requerido.
    - Montaje del Marco:
      - Ensamblar los postes y el dintel de madera en el exterior de la galería.
      - Colocar el marco en la posición indicada por los planos de diseño.
      - Asegurarse de que el marco esté bien asentado sobre el suelo y ajustado contra las paredes del túnel.
      - Revisión de la instalación: Verificar que el marco esté bien ajustado y libre de deformaciones.
  - b. Cables y Pernos de Anclaje
    - Inspección del terreno: Identificar posibles fracturas y zonas de inestabilidad.

- Perforación de agujeros: Perforar agujeros en las paredes o techos según el diseño, con una profundidad adecuada para los pernos.
- Instalación del perno:
- Introducir el perno en el agujero perforado.
- Aplicar resina o material adhesivo en el agujero para asegurar el anclaje del perno.
- Tensado: Utilizar una llave de torque para tensar el perno a la presión especificada.
- Instalación de la placa de sujeción (planchuela): Colocar una placa metálica en la cabeza del perno para mejorar el soporte en la superficie.

ii. Fortificación Permanente

a. Hormigón Proyectado (Shotcrete)

- Preparación de la superficie: Limpiar la roca expuesta para remover materiales sueltos o contaminantes que puedan afectar la adherencia.
- Instalación de Malla Metálica (si se requiere): Fijar malla metálica a la superficie del terreno para mejorar la adherencia del hormigón proyectado.
- Preparación del hormigón: Mezclar el hormigón con los aditivos adecuados para garantizar resistencia y adherencia.
- Aplicación del hormigón: Utilizar una máquina de proyección para aplicar el shotcrete de forma uniforme sobre la superficie.
- Aplicar el hormigón en capas hasta alcanzar el espesor especificado.
- Curado: Mantener la superficie húmeda durante el proceso de curado para evitar fisuras.

Inspección final: Revisar el acabado y la integridad de la capa de shotcrete para garantizar que no haya vacíos o defectos.

b. Marcos Metálicos

- Inspección de la zona: Evaluar las condiciones de presión y deformación del terreno.
- Montaje del marco: Ensamblar el marco metálico fuera de la galería según el diseño.
- Transportar el marco al frente de trabajo.: Colocar el marco en posición y ajustar los extremos contra las paredes y techo del túnel.
- Aseguramiento del marco: Fijar el marco al terreno mediante pernos o anclajes, si es necesario.
- Refuerzo adicional: Colocar barras de refuerzo o segmentos adicionales si se espera una mayor presión en el área.
- Inspección final: Verificar la estabilidad del marco y asegurarse de que todas las partes estén correctamente ensambladas y fijadas.

iii. Fortificación con Elementos Naturales

- a. Pilares de Rocas Planificación: Durante el diseño de la mina, identificar las áreas donde se dejarán pilares de roca.
- Extracción controlada: Realizar la extracción de mineral alrededor del pilar sin afectar su integridad estructural.

- Monitoreo continuo: Instalar sistemas de monitoreo para evaluar cualquier cambio en la estabilidad del pilar a medida que la extracción avanza en otras áreas.
- Reevaluación periódica: Revisar periódicamente la condición del pilar para asegurar que siga siendo capaz de soportar la carga de las excavaciones circundantes.

Además de indicar el procedimiento de análisis de fortificación en caso de que se encuentre con un sector en el cual no se haya estimado fortificación y por la condición sea necesaria fortificar la zona.



#### **j) Descripción del sistema de ventilación de la mina subterránea.**

El sistema de ventilación de una mina subterránea es fundamental para garantizar un ambiente seguro y saludable. Permite suministrar aire fresco, eliminar gases nocivos y controlar el polvo y el calor. A continuación, se describe lo requerido en el Reglamento de Seguridad Minera para los tópicos de ventilación.

Se deberá indicar la cantidad necesaria de aire en base al personal que trabaja simultáneamente en interior mina, la cantidad y potencia de los equipos diésel que trabajan simultáneamente, y la cantidad de explosivos por tronadura.

También se deberá indicar el tiempo necesario para ventilar el disparo que permita la evacuación de los gases de la tronadura y dejar el ambiente en condiciones de trabajo.

Además, se deberán indicar las secciones y rugosidad de las galerías y chimeneas del circuito de ventilación. En caso de ventilación forzada, se deberá indicar el cálculo de la potencia de los ventiladores, y la velocidad del aire en las galerías donde circula el personal. De utilizarse ventilación natural, se deberá indicar el cálculo de ella, con el objeto de evaluar el requerimiento de aire necesario. Se deberá mostrar en un esquema o plano el circuito de ventilación. En caso de ventilación forzada, se deberá indicar, además, la ubicación de los ventiladores y de las puertas de control de flujo, si hubiese.

- i. Para la ventilación natural, se deberá mostrar en un esquema o plano el circuito de ventilación donde se destaque cual es la diferencia de altura entre las labores de entrada y de salida de aire. Esto debe ser respaldado con mediciones de velocidades del aire en varios puntos distintos de la faena minera, los cuales deben ser al menos los siguientes: velocidades a la entrada del aire, velocidades a la salida del aire, velocidades en frente de trabajo, velocidades en rutas de acceso. En cada uno de los puntos que se midió la velocidad se debe informar la sección de la galería para lo cual se debe entregar un diagrama esquemático de la forma y dimensiones de la galería en dicho lugar.

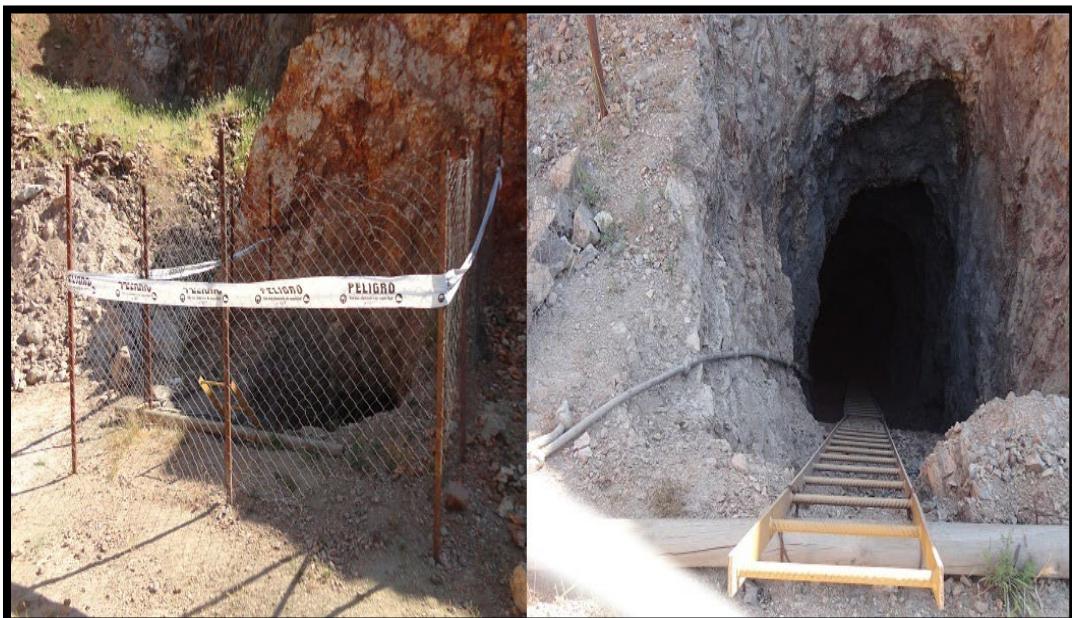
Se destaca que las velocidades de aire que deberían existir en una labor minera deben estar en el rango de 30 a 45 m/min, siendo el valor mínimo 15 m/min y el máximo 159 m/min.

En una faena que solo posee ventilación natural es fundamental que se disponga de un instrumento de medición de gases que permita detectar al menos la presencia de oxígeno y monóxido de carbono. Este instrumento debe ser usado para autorizar el ingreso después de una tronadura o bien para verificar la condición de ventilación antes de iniciar un trabajo subterráneo.

En el caso de no disponer de un instrumento de chequeo de gases se debe ser riguroso en el tiempo mínimo de regreso post tronadura de 30 minutos, establecido en la legislación vigente.

- ii. En caso de ventilación forzada, se deberá indicar lo siguiente:
  - a. Descripción del sistema de ventilación de la mina subterránea la cual debe ser respaldada de un plano o diseño esquemático que muestre el método de explotación y la disposición de las galerías.
  - b. Ubicación y potencia de los ventiladores
  - c. Velocidad del aire en las galerías donde circula el personal y en las frentes de trabajo

- d. Cantidad necesaria de aire en base al personal que trabaja simultáneamente en interior mina, el cual se determina considerando el número de personas y un caudal por trabajador de tres (3) m<sup>3</sup>/min.
- e. Cantidad y potencia de los equipos diésel que trabajan simultáneamente, con lo cual se obtiene el caudal requerido por equipos, considerando 2,83 m<sup>3</sup>/min por cada HP del motor.
- f. Cantidad de explosivos consumidos por cada tronadura, respetando el tiempo mínimo de regreso post tronadura de 30 minutos, establecido en la legislación vigente.



#### **k) Descripción del sistema de electrificación y/o iluminación de la faena**

Los principales requerimientos de energía eléctrica de la pequeña minería, los que están relacionados principalmente con la operación de motores que accionan equipos de extracción vertical (huinche), de ventilación, de mantención, compresores y bombas de drenaje, así como para iluminación de faenas y necesidades de campamento. En el caso de plantas de tratamiento de minerales, el requerimiento de energía es para la operación de equipos de proceso e iluminación. Con excepción de la energía que se utiliza en las plantas de tratamiento, que normalmente es contratada y obtenida por empalme a una red troncal, el resto de las necesidades eléctricas son cubiertas con grupos electrógenos, móviles o fijos.

## I) Listado de equipos y maquinaria

Se debe señalar las dimensiones de estos y un plan de mantención:

- i. Equipos o maquinarias para la perforación. Se deberán describir los equipos de perforación y sus características. A su vez, se deberán indicar las medidas de seguridad para las mangueras de aire comprimido.
- ii. Tipo y capacidad de los compresores. Se deberán indicar su ubicación y distancias a bocas de mina y chimeneas. En caso de ubicarse en interior mina, se deberán describir los sistemas de evacuación de gases y las medidas de control y extinción de incendios.
- iii. Equipos o maquinarias para el carguío y transporte. Se deberán indicar las características de los equipos de carguío y transporte, sus medidas de seguridad y sus sistemas de control y extinción de incendios.  
Se deberán señalar las dimensiones de los equipos y en un perfil su relación respecto de la labor más estrecha por la cual circulan.
- iv. En caso de utilizarse transporte vertical, se deberá describir completamente el sistema, sus factores de seguridad y las medidas de seguridad de este.



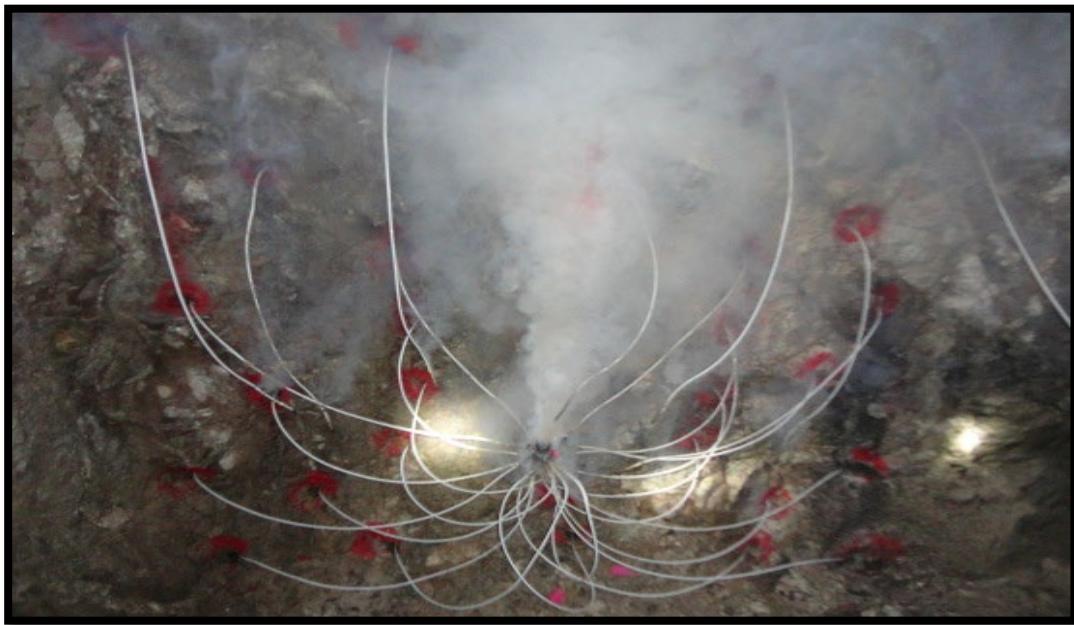
**m) Operaciones Unitarias: perforación, tronadura, carguío y transporte de minerales y estériles.**

- i. Perforación. Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos, tiros. Se debe incorporar en la descripción aspectos como:
  - a. Cantidad y tipo de equipos de perforación con que se contará.
  - b. Profundidad, diámetro de las perforaciones.
  - c. Equipos de apoyo a utilizar, compresores.
  - d. Materiales de apoyo, barras integrales, barras de acople, pato de lubricación, mangueras, etc.
  - e. Diagrama de disparo que se contempla utilizar, que incluya la distancia entre tiro, apoyándose con figuras o planos.
  - f. Profundidad y diámetro de las perforaciones.
  - g. Cantidad estimada de material que se arrancará al realizar una tronadura.
  - h. Forma de suministrar el agua requerida por la perforación.



- ii. Tronadura. La tronadura es un proceso controlado de fracturamiento de rocas mediante el uso de explosivos. Su objetivo es facilitar la extracción de material mineralizado desde el macizo rocoso en forma segura y eficiente, aprovechando de la mejor manera la energía liberada.
  - a. Tipo de explosivo que se utilizará, así como el tipo de iniciadores.

- b. Croquis de un tiro cargado, detallando el cebo y tipo de explosivo y taco en toda la columna.
- c. Diagrama indicando la secuencia de salida de cara tiro.
- d. Indicar el tipo de iniciación del disparo.
- e. Cantidad de explosivos e iniciadores que se utilizará por tronadura.
- f. Frecuencia diaria o semanal con la que se realizarán las tronaduras y estipular horarios.
- g. Indicar el factor de carga del disparo.
- h. Materiales de apoyo para el carguío de explosivos, tipo punzón, taqueadores, escala, etc.
- i. Los métodos de revisión y eliminación de tiros quedados, describiendo el sistema de aviso, alarma o ubicación de loros, para comunicar al resto del personal la realización de una tronadura y su ubicación, junto con el método para evitar la entrada de personas extrañas a la cercanía de un lugar donde se va a efectuar un disparo.



- iii. Carguío. Considera la etapa del movimiento del mineral desde el frente de trabajo hacia los equipos que realizan el transporte a destino, dependiendo de si este es planta, botadero, acopios.
  - a. Detallar y describir los equipos usados para realizar el carguío en los frentes, características técnicas de los mismos.



- iv. Transporte. Considera la etapa de traslado de mineral desde la mina hasta la planta de procesamiento o acopios en el caso de mineral; y el traslado del estéril hasta los botaderos.
- Incorporar detalladamente y describir los equipos usados para realizar el transporte de los distintos materiales a destino, con sus características técnicas específicas.  
En este aspecto se debe tener presente que la capacidad y ritmo de extracción en el transporte y carguío, tanto de mineral como estéril, durante la vida útil de la explotación de la Mina, este debe ser concordante con la operación.  
Además, se deberá indicar la cantidad máxima de equipos que circulen en un mismo momento al interior de la mina y sus respectivas medidas de seguridad.
  - Acuñadura. Describir en forma general el procedimiento de acuñadura, las herramientas y las medidas de seguridad para realizar esta tarea.

## **n) Plan de Prevención de Riesgos Operacionales**

Un plan de prevención de riesgos debe tener como base cumplir con la legislación vigente, identificar los peligros y controlar los riesgos en donde una forma práctica de implementar el Plan, considerando a lo menos los siguientes aspectos:

### **i. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos**

- Identificación de peligros:
  - Listar las actividades operativas, equipos y herramientas utilizadas en el sitio.

- Identificar peligros asociados, como caídas, derrumbes, exposición a sustancias peligrosas y riesgos mecánicos.
  - Evaluación de riesgos:
  - Utilizar una matriz de probabilidad y severidad para priorizar los riesgos.
  - Establecer acciones de control específicas para mitigar los riesgos detectados.
- b) Medidas preventivas:
- Implementar controles de ingeniería, administrativos y el uso de EPP para mitigar los riesgos.

## ii. Señalización de Procedimientos de Actividades Críticas

- a) Identificación de actividades críticas:
- Considerar actividades como manejo de explosivos, uso de maquinaria pesada y trabajo en altura.
- b) Diseño de señalización:
- Instalar señalización visible y clara, utilizando colores y símbolos normados.
  - Incluir instrucciones específicas en las áreas donde se realicen actividades críticas.
- c) Revisión periódica:
- Verificar regularmente que la señalización esté en buen estado y sea comprendida por el personal.

## iii. Programa de Capacitación en Seguridad

- a) Capacitaciones obligatorias:
- Impartir formación periódica sobre procedimientos internos, actividades críticas y manuales de equipos.
- b) Contenidos principales:
- Reconocimiento de peligros y riesgos.
  - Uso adecuado de EPP.
  - Planes de emergencia y primeros auxilios.
- c) Control y seguimiento:
- Registrar la asistencia y evaluar el aprendizaje del personal para garantizar la efectividad de la capacitación.

#### iv. Elementos de Protección Personal (EPP)

##### a) Selección de EPP:

- Definir los EPP necesarios según la actividad: cascos, guantes, calzado de seguridad, gafas y respiradores.

##### b) Entrega y uso obligatorio:

- Asegurar que todos los trabajadores dispongan de EPP adecuado y supervisar su uso en terreno.

##### c) Mantenimiento y reposición:

- Inspeccionar periódicamente los EPP y reemplazarlos cuando estén dañados o cumplan su vida útil.

#### o) Antecedentes y descripción del Polvorín

El Reglamento Complementario de la Ley N° 17.798 sobre Control de Armas y Elementos Similares, entre otros clasifica como Consumidor Habitual de Explosivos a la pequeña Minería y a los denominados "Pirquineros", exigiéndoles por tal condición diversos requisitos relacionados con el manejo de explosivos, incluyendo su transporte, almacenamiento y manipulación propiamente tal. Cabe señalar que la ley también faculta a las asociaciones mineras y sindicatos de pirquineros con personalidad jurídica, a inscribirse como consumidores habituales de explosivos, para los efectos de tener y administrar polvorines comunes para sus asociados.

##### i. Medidas Básicas de Seguridad, en cualquier faena minera, será fundamental lo siguiente:

- a. Sólo se podrá emplear explosivos y accesorios que hayan sido previamente controlados y aprobados por el Instituto de Investigaciones y Control del Ejército (Banco de Pruebas de Chile) o por quién éste designe.
- b. Las personas que manipulen explosivos en la faena deberán necesariamente contar con licencia vigente de manipulador de explosivos, otorgada por la autoridad fiscalizadora del lugar en que se encuentre ubicada la faena minera.

##### ii. Definición y Clasificación de Explosivos, Los explosivos son sustancias químicas que en condiciones normales de temperatura y presión son inocuas, pero que por medio de un iniciador pasan violentamente al estado gaseoso, produciendo un gran aumento de volumen, alta temperatura y presión.

- iii. Clasificación de acuerdo con su Aplicación y Secuencia
  - a. Explosivos Primarios o Iniciadores  
Son aquellos cuya misión es iniciar la detonación de una masa explosiva. Ejemplos de este tipo de explosivos son: Detonadores (a fuego o eléctricos) e iniciadores (boosters)
  - b. Explosivos Secundarios o Básicos:  
Son aquellos que causan el efecto rompedor del disparo. Como ejemplos tenemos las tronitas o nitro carbonitratos (Anfo, Sanfo).  
En ningún caso los explosivos iniciadores se deben almacenar o transportar junto a los explosivos básicos.
- iv. Los Polvorines  
Los explosivos y sus accesorios se almacenan en lugares físicos denominados polvorines, lo que se realiza bajo estrictas normas de seguridad y reglamentarias. Por lo tanto, se trata de recintos que deben ser autorizados por la autoridad competente.  
Los polvorines se clasifican de la siguiente forma:
  - a. Polvorines de Superficie: Son los construidos sobre el nivel del terreno, y sus capacidades varían de acuerdo con las características del almacén de explosivos y necesidades del usuario.
  - b. Polvorines Subterráneos: Son aquellos que se construyen en galerías o túneles en el interior de una mina. Tienen comunicación con otras galerías de la misma mina y se les destina por lo general para el almacenamiento temporal de explosivos.
  - c. Polvorines Enterrados: Son los Almacenes de Explosivos instalados en socavones o galerías sin comunicación a otras labores subterráneas en actividad. Pueden también estar constituidos por una bóveda recubierta de tierra suelta, con una techumbre adecuadamente resistente para soportarla.
  - d. Polvorines Móviles Son aquellos que pueden ser trasladados de un lugar a otro sobre vehículos de transporte. Su construcción debe ser totalmente cerrada e incombustible, recubierta interiormente con material no ferroso, con puertas de acceso metálicas. Pueden ser también cajas de transporte manual en faenas menores.  
Los almacenes de explosivos de superficie móviles, usados principalmente por pequeños mineros, empresas constructoras y contratistas, estarán compuestos por dos cajas que deben cumplir con la normativa vigente.
- v. Distancia de Seguridad: La distancia de seguridad "S" expresada en metros entre Almacenes de Explosivos con o sin parapeto a edificios habitados, caminos públicos o ferrocarriles y otros Almacenes de explosivos debe ser determinado de acuerdo con la normativa vigente.
- vi. Ubicación: Debe indicarse la coordenada UTM PSAD56 de la ubicación del polvorín y su cota.

#### **p) Instalaciones auxiliares**

Describir, en los casos que proceda, las características de las instalaciones auxiliares, tales como: bodegas, talleres, almacenamiento de combustible, almacenamiento de agua industrial, de agua potable.

En el caso del combustible, agua industrial y agua potable, indicar la fuente de suministro y estimar el consumo mensual.

#### **q) Diseño y medidas de seguridad de los caminos**

El diseño y análisis de los caminos en una faena minera sigue un proceso en donde se destacan tres aspectos: su diseño geométrico, estructural y funcional.

El primero de ellos es el punto de partida para todo diseño de camino y se refiere al trazado y la alineación, tanto en el plano horizontal (radio de curva), como vertical (pendiente y gradientes). Estos factores definen entre otros las distancias de detención, distancias de visibilidad, trazados de las interacciones, pretils de bermas y/o separaciones de pistas y ancho del camino. El objetivo de esta fase es producir un diseño eficiente y que otorgue el suficiente grado de seguridad en la operación de vehículos mineros. En esta etapa también es esencial considerar el saneamiento (drenaje superficial y subterráneo), es decir como canalizar el agua que llega al camino en forma natural para que no afecte negativamente a la estructura y equipos móviles.

Dentro de los proyectos mineros se pueden requerir diferentes tipos de caminos para sus distintos usos. En primer lugar, están los de accesos al área donde se encuentra la mina, por ejemplo, para la minería subterránea los caminos de acceso a la mina deben ser de amplitud tal que posibiliten el cruce de dos vehículos de mayor envergadura, si lo anterior no es posible, deberán dejarse zonas de cruces debidamente señalizadas ubicadas de manera que permitan la visibilidad entre ello. Estos caminos deberán ser mantenidos y libres de polución. Los caminos de fuerte pendiente se deben dotar con salidas de emergencia cada 200 metros y si además tiene zonas de curvas y/o sus trazados están sobre barrancos se debe disponer de un pretil a la orilla exterior del camino con una altura mínima de 2/3 de la altura de la rueda del equipo o vehículo de mayor envergadura que circulara por el lugar. Además, las curvas y los peralteos de los caminos deberán ser diseñados a las características técnicas de los vehículos que circulen.

Todos los caminos, senderos y labores donde transiten personas, vehículos y equipos, deberán mantenerse en buenas condiciones, libre de obstáculos y debidamente señalizados.

Las pendientes máximas para equipos deben ser concordantes con las recomendadas con el fabricante del equipo.

En ningún caso se podrá transportar personal sobre la carrocería de un vehículo o balde de carga de un equipo.

La empresa o productor minero deberán mantener planos actualizados de las labores por donde circulan personas, vehículos y equipos.

Se prohíbe el ingreso de cualquier vehículo o equipo a puntos de carguío u otro tipo de galerías en que el flujo de material se ha descontinuado por encontrarse colgado.

El ancho útil de la labor subterránea por la que transiten vehículos mecanizados (Cargadores Frontales, Scoop y Minicargadores) deberán dejar un espacio mínimo de 50 centímetros a cada costado del equipo y desde la parte más elevada de la cabina hasta el techo de la labor también considerar los 50 centímetros.

Los caminos de la faena minera deberán contar con señalización de advertencia, velocidades máximas permitidas y zonas de cruzamiento de vehículos y equipos.

En los caminos o zonas de bancos que sea necesario se deberá contar con zonas de bermas de seguridad y pretiles de contención.

#### **r) Evaluación de riesgo e identificación de peligros**

Se debe de evaluar los riesgos, el cual es un proceso dirigido a estimar:

- a) Magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse.
- b) Obteniendo la información necesaria para tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas.

Por lo general el método que se utiliza para realizar una evaluación de los riesgos es la matriz de riesgos en donde se basa en la determinación de la magnitud de los riesgos, el cual se expresa con la siguiente formula: Riesgo = Probabilidad x consecuencias. En donde si se logra bajar la probabilidad y/o la consecuencia se disminuye el riesgo. Por lo tanto, la seguridad en una faena minera es gestionable de manera racional, científica y técnica.

Es lógico indicar que la estimación del riesgo depende de la probabilidad por la consecuencia según la formula señalada, es decir se tendrá una alta estimación de los riesgos si la probabilidad de ocurrencia de accidente es alta sumado a la consecuencia que podrían tener los trabajadores con fatalidades o amputaciones, es por tal razón que tal actividad que se relaciona con esa magnitud de riesgos detectada debe ser considerada como actividad crítica. A continuación, se presenta un cuadro explicativo relacionado con la fórmula de riesgos en donde se aprecia que si una actividad posee una probabilidad alta cuyas consecuencias sea extremadamente dañino se cataloga como Riesgo NO aceptable y para este ejemplo

se consideró el criterio de No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados debe prohibirse el trabajo.

La evaluación de los riesgos laborales engloba los siguientes pasos:

- a) Identificar los peligros presentes, por áreas y/o por puestos de trabajo.
- b) Identificar quien puede sufrir daños.
- c) Evaluar los riesgos e identificar medidas que se deben adoptar.
- d) Documentar los hallazgos, detallando las medidas ya adoptadas y las pendientes.
- e) Planificar las medidas pendientes e implementarlas.
- f) Revisar la evaluación y actualizarla cuando sea necesario.

### **s) Antecedentes del botadero**

Un botadero es el lugar destinado para recibir el material estéril de la mina rajo abierto o subterránea.

En los proyectos menores a 5.000 t.p.m., la disposición el material estéril se dispone mediante la descarga de camiones o carretillas hacia un desnivel topográfico (quebrada), cercana al lugar donde se está realizando la extracción. Este botadero debe formarse de manera planificada y ordenada, de modo que el llenado del desnivel topográfico resulte en una obra estable. Bajo ningún motivo el botadero de estéril puede construirse en un área de escurrimiento natural de aguas, a menos que se realicen obras de encauzamiento de éstas.



- i. Conceptos básicos:
  - a. Botadero: Lugar destinado a la depositación de desmontes o desechos sólidos.
  - b. Botadero de estériles: Disposición ordenada de residuos mineros masivos, excluyendo los relaves, que provengan de las operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales, tales como:
    - Estériles: Material económicamente inútil que sale con la mena o en desarrollos mineros
    - Minerales de baja ley. Acumulación de materiales que proviene de la explotación minera que contiene cierto valor económico para eventual tratamiento o aprovechamiento posterior.
    - Residuos de minerales tratados por lixiviación.
  - c. Ángulo de reposo: Por lo general en ángulo de reposo de material suelto alcanza valores entre 34° a 37° dependiendo de su granulometría
- ii. Información que debe presentar:
  - a. Descripción de la cantidad, la disposición de estéril y su sistema de disposición (Forma de llenado, secuencia de llenado, procedimiento de compactación y precauciones).
  - b. La secuencia de llenado corresponde a la metodología utilizada para disponer el material en el botadero con el fin de construir una plataforma uniforme con una pendiente definida.
  - c. Indicar las dimensiones (geometría) del depósito, es decir, ancho, largo, alto, pendiente, número de terrazas, etc.
  - d. Cubicación del botadero (tonelaje y volumen).
  - e. Indicar el ángulo de talud de la terraza y ángulo de talud global.
  - f. Ubicación georreferenciada en coordenadas U.T.M del polígono superficial del botadero.
  - g. Descripción geológica del área de emplazamiento.
  - h. Antecedentes mineralógicos yacimiento donde proviene el estéril.
  - i. Antecedentes meteorológicos (meteorología y clima): temperatura, humedad, precipitaciones y vientos.
  - j. Tratamiento del piso de fundación del botadero de estéril.
  - k. Método de impermeabilización del sello de fundación.
  - l. Mantenimiento que se le dará.
  - m. Descripción de los tipos de zanjas interceptoras y/o canales de aguas lluvias, de su construcción, ritmo del pretil al pie del talud, el procedimiento de compactación y definición de superficie de los botaderos.
  - n. Canales perimetrales de acopio de aguas de contacto.
  - o. Piscina de acopio de agua de contacto.
  - p. En caso de gran envergadura, describir las fases sucesivas y el diseño final, acompañado por planos de planta y perfil.
  - q. Descripción del perfil granulométrico.
  - r. Especificación del talud de estabilidad parcial y global

- Parcial: corresponde al análisis de estabilidad de la altura de bancos.
  - Global: corresponde al análisis de estabilidad en su altura máxima del botadero (altura desde el Pit al Coronamiento).
- s. Indicar si existen otros botaderos y/o acopios adyacentes.
- t. Descripción de las obras, acciones y medidas a adoptar destinadas al control de la dispersión de materiales por viento.

Cabe indicar que las características de un botadero dependerán, principalmente, de la litología de la roca que contiene el mineral de interés, así como de su granulometría.

## 7 CRITERIO DE EVALUACION INGENIERO(A)

En esta sección se revisarán los criterios que se evalúan en cada punto de la evaluación de un proyecto además de apoyarlo con un ejemplo práctico en cada ítem.

**a) Información general:** en este punto se considera la Identificación del titular del proyecto, Identificación del ingeniero elaborador del proyecto (ingeniero proyectista), Identificación del titular de la propiedad.

**i. Titular del Proyecto:**

- Nombre o razón social del responsable del proyecto.
- Número de registro o identificación tributaria (si aplica).
- Dirección de contacto, teléfono y correo electrónico.

**ii. Ingeniero Proyectista:**

- Nombre completo y título profesional del ingeniero responsable del diseño y planificación del proyecto.
- Número de registro profesional (si aplica).
- Detalles de contacto (dirección, teléfono, correo electrónico).

**iii. Titular de la Propiedad:**

- Identificación del propietario del terreno o concesión minera.
- Declaración de titularidad o documento que acredite los derechos sobre el área del proyecto.

**Ejemplo de Resumen:**

- **Proyecto:** Mina Pequeña Andina  
**Titular del Proyecto:** Minera Andes Ltda.  
**Ingeniero Proyectista:** Ing. Juan Pérez, registro Nº12345.  
**Titular de la Propiedad:** Concesión registrada a nombre de Minera Andes Ltda.

## b) Antecedentes generales del proyecto

**i. Ubicación de la Faena Minera**

- Región, provincia, comuna y sector específico.
- Coordenadas UTM del polígono del proyecto (especificar el Datum utilizado, ej. WGS84).
- Altura en relación con el nivel del mar.
- Plano Geográfico: Incluir un mapa o imagen georreferenciada en formato KMZ que muestre los límites de la propiedad minera y la ubicación exacta de las instalaciones.

## ii. Descripción del Acceso

- **Caminos Públicos o Privados:**
  - Detallar si el acceso es público o privado.
  - Si es privado, especificar si pertenece al proyecto o a un tercero.
  - Coordenadas UTM y descripción de los controles de acceso, indicando ubicación exacta.
- **Condición del Camino:**
  - Describir si es asfaltado, ripio o tierra.
  - Para caminos rurales no señalizados:
    - Proporcionar una guía detallada de las bifurcaciones y desvíos.
    - Indicar puntos de referencia importantes con coordenadas UTM y Datum.
- **Puntos de Referencia:**
  - Incorporar elementos destacados como puentes, casetas de control o señales relevantes.

## iii. Descripción General de la Faena Minera

- **Infraestructura Principal:**
  - Detallar instalaciones de extracción, tratamiento y almacenamiento.
  - Ubicación de zonas críticas como áreas de chancado, plantas concentradoras, talleres.
- **Infraestructura Auxiliar:**
  - Almacenamiento de combustibles (petróleo, lubricantes, suministros).
  - Campamentos, oficinas, servicios sanitarios, entre otros.
- **Elementos Geográficos Relevantes:**
  - Identificar quebradas, pendientes, cursos de agua, líneas eléctricas, entre otros.
  - Incorporar planos o imágenes KMZ que detallen la interacción con estos elementos.

## iv. Desarrollos Mineros Preexistentes (Si Aplica)

- **Descripción de Labores Anteriores:**
  - Detallar chimeneas, rafos, socavones o túneles existentes.
  - Coordenadas UTM y denominación de cada desarrollo (si está disponible).
- **Condiciones de Seguridad:**
  - Evaluar si las labores preexistentes son seguras para su desarrollo.
  - Proponer barreras, señalización y restricciones para zonas peligrosas.
- **Zonas Excluidas del Proyecto:**
  - Identificar áreas fuera del permiso sectorial o con prohibición de explotación.
- **Croquis:**
  - Incluir esquemas de las labores anteriores, con estimaciones de avance en metros y ubicación.

## v. Identificación de la Pertenencia Minera

- **Titularidad:**
  - Nombre de la pertenencia minera y su rol nacional.
  - Copia autorizada de la inscripción en el Registro de Propiedad del Conservador de Minas con vigencia de menos de tres meses.
- **Derechos de Aprovechamiento:**
  - En caso de que el titular no sea el productor minero, adjuntar contrato que permita el uso de la pertenencia.
  - Para sociedades regidas por el Código de Minería, incluir un certificado del Registro de Accionistas emitido dentro de los últimos tres meses.

## vi. Estimación de Duración del Proyecto

- **Estimación de Recursos:**
  - Informe básico de la duración del proyecto basado en:
    - Recursos mineros estimados.
    - Capacidad de extracción y/o procesamiento.
- **Responsabilidad del Informe:**
  - Firmado por el ingeniero proyectista.

## vii. Resoluciones Aprobatorias del Servicio

- Enumerar todas las resoluciones aprobatorias emitidas por las autoridades pertinentes que respalden la viabilidad del proyecto.

## viii. Método de Explotación

- Indicar si el proyecto utilizará un método de explotación a **cielo abierto** o **subterráneo**, detallando la justificación técnica básica para la selección.

## Formato de Presentación

- **Extensión:** Documento claro y conciso que detalle cada uno de los puntos.
- **Anexos:** Adjuntar mapas, imágenes KMZ, planos y documentación requerida como parte del respaldo técnico.
- **Coherencia:** Asegurarse de que las coordenadas, mapas y datos técnicos estén alineados con la normativa aplicable.

## c) Descripción de los cargos, dotación, y turnos de trabajo de la faena.

### i. Introducción

Este apartado tiene como objetivo proporcionar una descripción detallada de los roles y responsabilidades del personal en la faena minera, la cantidad total de trabajadores, y

la organización de los turnos laborales para garantizar el cumplimiento de las normativas de seguridad, eficiencia y sostenibilidad.

## ii. Cargos

- **Jerarquía Organizacional:**
  - Describir la estructura organizacional de la faena.
  - Identificar los principales cargos en orden jerárquico, como:
    - **Gerente o Administrador de Faena:** Responsable general de las operaciones.
    - **Ingeniero Residente o Proyectista:** Supervisión técnica y planificación.
    - **Supervisores:** Supervisión directa de operaciones y cumplimiento de protocolos de seguridad.
    - **Operadores y Personal de Campo:** Cargos específicos (perforistas, operadores de maquinaria, etc.).
    - **Personal Auxiliar:** Guardias, conductores, personal de mantenimiento, entre otros.
- **Funciones y Responsabilidades:**
  - Para cada cargo relevante, incluir una breve descripción de sus funciones y responsabilidades principales.

## iii. Dotación

- **Cantidad Total de Trabajadores:**
  - Indicar la dotación total de personal, dividiendo por áreas:
    - Operaciones (minado, transporte, procesamiento).
    - Soporte (mantenimiento, logística, seguridad).
    - Administrativo (gestión, planificación, supervisión).
- **Distribución por Área:**
  - Presentar la cantidad de trabajadores por cada área mencionada.
  - Incluir porcentajes de distribución (ejemplo: 70% en operaciones, 20% en soporte, 10% en administración).
- **Contratación Externa:**
  - Especificar si alguna actividad está subcontratada, indicando las funciones y número de trabajadores de empresas externas.

## iv. Turnos de Trabajo

- **Estructura de Turnos:**
  - Describir el sistema de turnos implementado en la faena:
    - Turno continuo (24/7), 7x7, 4x3, etc.
    - Horarios específicos de cada turno (ejemplo: día y noche).
    - Tiempo de descanso entre turnos y días libres.
- **Duración de los Turnos:**
  - Indicar la cantidad de horas trabajadas por turno (ejemplo: 12 horas por turno).
- **Régimen de Rotación:**

- Explicar cómo se organiza la rotación del personal para mantener continuidad operativa.

### **Ejemplo de Resumen:**

**Dotación Total:** 50 trabajadores

- Operaciones: 35 (70%)
- Soporte: 10 (20%)
- Administrativo: 5 (10%)

### **Turnos de Trabajo:**

- Régimen: 7x7 (12 horas por turno, día y noche).
- Horarios: 8:00 - 20:00 (día) / 20:00 - 8:00 (noche).

## **d) Antecedentes técnicos del método de explotación, en términos de estabilidad.**

### **i. Introducción**

El método de explotación seleccionado debe garantizar la estabilidad de la mina, minimizando riesgos geotécnicos y maximizando la seguridad de los trabajadores y la eficiencia operativa. Este apartado presenta los lineamientos básicos para evaluar la estabilidad del método de explotación en proyectos de pequeña minería, donde los recursos y herramientas técnicas pueden ser limitados.

### **ii. Métodos de Explotación Comunes en Pequeña Minería**

- **Explotación Subterránea:**
  - **Métodos de cámaras y pilares (Room and Pillar):**
    - Aplicable en yacimientos horizontales o poco inclinados.
    - Diseñar pilares de soporte considerando el tamaño del caserón y las propiedades del macizo rocoso.
    - Evaluar la relación entre la recuperación de mineral y la estabilidad estructural.
  - **Método de corte y relleno (Cut and Fill):**
    - Ideal para yacimientos con inclinaciones pronunciadas.
    - Uso de material de relleno para mantener la estabilidad de las cámaras.
    - Requiere evaluación del tipo de relleno disponible (relleno cementado o inerte).
- **Explotación a Cielo Abierto:**
  - **Métodos de bancos:**

- Diseñar bancos con dimensiones adecuadas para garantizar estabilidad (altura y ángulo).
- Incorporar bermas de seguridad para controlar deslizamientos.

### iii. Aspectos Técnicos en Términos de Estabilidad

- **Evaluación del Macizo Rocoso:**
  - Realizar una clasificación geomecánica básica del macizo (RMR o Q index).
  - Identificar zonas de fracturación, fallas y discontinuidades que puedan afectar la estabilidad.
  - Usar mapeo geológico simple para caracterizar el comportamiento del macizo.
- **Parámetros de Diseño para Estabilidad:**
  - **Cámaras y Pilares (Subterránea):**
    - Determinar el tamaño de las cámaras y pilares basado en las propiedades del macizo.
    - Relación recomendada de ancho del pilar y altura de la cámara  $\geq 1$ .
    - Si el macizo rocoso tiene baja resistencia o está muy fracturado, la relación recomendada podría ser mayor (por ejemplo, ancho/altura  $\geq 1.5$  o 2) para compensar la debilidad.
  - **Bancos y Taludes (Cielo Abierto):**
    - Diseñar ángulos de talud según las propiedades del suelo o roca.
    - Altura máxima de bancos: 5 -10 m para operaciones pequeñas.
- **Control de Dilución y Recuperación:**
  - Implementar técnicas simples para evitar la entrada de material estéril en el mineral.
  - Usar voladuras controladas para minimizar la inestabilidad inducida por vibraciones.
- **Relleno y Soporte (Si Aplica):**
  - **Relleno:**
    - Emplear materiales disponibles (relaves, desechos de planta) como relleno en métodos de corte y relleno.
  - **Soporte estructural:**
    - Instalar pernos, mallas o puntales de madera según la condición del macizo.

### iv. Monitoreo de Estabilidad

- **Métodos de Monitoreo Manual:**
  - Usar puntos de control visuales en paredes y techos de cámaras para identificar grietas o deformaciones.
  - Registrar observaciones diarias en un log de seguridad.
- **Instrumentación Básica (Si Aplica):**
  - Extensómetros o fisurómetros para medir movimientos en zonas críticas.
  - Instalación de cuñas en grietas para observar su progresión.
- **Planes de Emergencia:**

- Diseñar rutas de evacuación y zonas seguras en caso de inestabilidad.
- Implementar un protocolo de inspección regular para identificar riesgos geotécnicos.

#### v. Factores Ambientales

- **Manejo de Aguas Subterráneas y Superficiales:**
  - Implementar sistemas de drenaje para evitar acumulación de agua que comprometa la estabilidad.
  - Diseñar zanjas o canales para desviar aguas superficiales en operaciones a cielo abierto.
- **Efectos de las Condiciones Climáticas:**
  - Monitorear la estabilidad en estaciones lluviosas.
  - Evaluar la posibilidad de deslizamientos en suelos saturados.

#### Ejemplo de Aplicación para Pequeña Minería

- **Proyecto Subterráneo:**
  - Método: Cámaras y Pilares.
  - Altura de cámaras: 3 m.
  - Ancho de pilares: 2 m.
  - Soporte: Pernos y mallas en zonas fracturadas.
  - Monitoreo: Inspección visual diaria.
- **Proyecto a Cielo Abierto:**
  - Bancos de 5 m de altura con ángulo de 45°.
  - Bermas de 2 m cada 5 m de altura.
  - Zanjas perimetrales para drenaje.

#### vi. Formato de Presentación

- **Diagramas:**
  - Esquemas simples de diseño de cámaras, pilares o taludes.
- **Tablas:**
  - Parámetros clave como dimensiones de cámaras, anchos de pilares o ángulos de talud.
- **Mapas:**
  - Croquis geológico básico que identifique zonas críticas.

#### e) Evaluación Técnica de Proyectos Mineros: Estabilidad y Concordancia con Normativas

##### i. Orden Lógico de Construcción de Labores

- **Objetivo:**  
Verificar que la secuencia de construcción de las labores de desarrollo cumpla con los requisitos establecidos en el Reglamento de Seguridad Minera.
- **Revisión:**

- Analizar la secuencia propuesta en el proyecto para garantizar que las labores permitan:
  - Acceso seguro y eficiente al cuerpo mineralizado.
  - Soporte adecuado durante y después de la construcción de las labores.
  - Minimización de riesgos asociados a deslizamientos o inestabilidad.
- Verificar la documentación técnica y los planos entregados para asegurar que reflejen la secuencia lógica y compatible con el diseño del proyecto.

## ii. Concordancia de Obras y Planos

- **Objetivo:**  
Asegurar que las obras propuestas y los planos entregados sean consistentes con las características del cuerpo mineralizado y el método de explotación seleccionado.
- **Revisión:**
  - Comparar la disposición y diseño de las obras (accesos, cámaras, galerías, rampas, etc.) con la geología y mineralización del depósito.
  - Verificar que las obras propuestas maximizan la recuperación del mineral y garantizan la estabilidad de las áreas explotadas y no explotadas.

## iii. Estabilidad de las Unidades de Explotación

### Subterránea:

- **Pilares (Ribs y Crown Pillars):**
  - Evaluar la estabilidad individual y la interacción entre pilares mediante:
    - Clasificación geomecánica del macizo rocoso.
    - Análisis numéricos (si están disponibles) o métodos empíricos (p. ej., Carter para Crown Pillars).
    - Dimensionamiento adecuado de los pilares para soportar las cargas inducidas y naturales.
- **Ventilación y Seguridad:**
  - Verificar que los accesos y salidas garantizan la evacuación rápida en caso de emergencia.
  - Confirmar que los sistemas de ventilación propuestos aseguran niveles aceptables de oxígeno y controlan gases peligrosos.
- **Bloqueo y Segregación:**
  - Revisar la implementación de medidas como cierre de áreas agotadas mediante relleno, barricadas o señalización, para evitar accesos no autorizados.

### **A Cielo Abierto:**

- **Análisis Local y Global:**
  - Evaluar la estabilidad de bancos mediante métodos adecuados, considerando:
    - Ángulo de talud.
    - Altura de bancos y bermas.
    - Análisis de esfuerzos y propiedades geomecánicas del material.
- **Condiciones de Seguridad:**
  - Asegurar la estabilidad de los accesos y salidas al tajo, especialmente en zonas con pendientes pronunciadas.

### **iv. Interacción entre Unidades de Explotación**

- **Objetivo:**  
Evaluar cómo las diferentes unidades de explotación interactúan y su efecto en la estabilidad global del proyecto.
- **Revisión:**
  - Analizar los impactos inducidos por la proximidad de cámaras, galerías y pilares, considerando:
    - Sobrecargas transferidas entre unidades.
    - Posible propagación de fallas o fracturas.
  - Evaluar la ventilación y seguridad en las áreas de interacción.

### **v. Cubicación del Recurso y Estéril**

- **Objetivo:**  
Verificar que los cálculos de cubicación del recurso a extraer sean consistentes con los equipos y la duración del proyecto.
- **Revisión:**
  - Hay que confirmar que los volúmenes de material extraíble coinciden con las capacidades operativas de los equipos seleccionados.
  - Verificar que los volúmenes de estéril estimados sean manejables dentro del diseño del botadero propuesto, considerando capacidad, estabilidad y medidas de mitigación ambiental.

### **vi. Evaluación de Metodología y Criterios de Aceptabilidad**

- **Objetivo:**  
Garantizar que el análisis presentado en el proyecto cumpla con estándares técnicos aceptables y normativas aplicables.
- **Revisión:**
  - Analizar la concordancia entre los métodos de evaluación utilizados y las condiciones reales del proyecto.
  - En ausencia de criterios propuestos por el titular, utilizar referencias de la literatura técnica reconocida para establecer parámetros aceptables.
  - Realizar comparaciones con proyectos similares, si aplica, para validar la metodología empleada.

## vii. Formato de Presentación

- **Tablas Resumen:**
  - Detallar dimensiones y parámetros clave para estabilidad de pilares, taludes o bancos.
- **Gráficos y Modelos:**
  - Representar visualmente las interacciones entre unidades de explotación.
- **Documentación Técnica:**
  - Adjuntar cálculos, análisis y mapas que respalden las observaciones y conclusiones

## f) Descripción del estado del Macizo Roco

### i. Introducción

El estado del macizo rocoso es un factor clave en la planificación y operación segura de una mina. Este apartado busca proporcionar una descripción completa del macizo, evaluando su condición litológica, estructural, hidrogeológica y geomecánica, junto con las medidas de refuerzo y monitoreo necesarias.

### ii. Presencia de Agua y Mecanismos de Drenaje

- **Evaluación de la Presencia de Agua:**
  - Identificar si el macizo presenta infiltraciones, humedad, o acumulaciones de agua subterránea.
  - Señalar zonas críticas donde la presencia de agua puede generar problemas de estabilidad o incrementar riesgos de deslizamiento.
- **Sistemas de Drenaje:**
  - Describir las medidas existentes para manejar el agua:
    - Drenajes gravitacionales.
    - Bombas de extracción en niveles bajos.
    - Canales y zanjas para redirigir agua superficial lejos de las labores mineras.
  - Incluir un croquis o esquema que ilustre el diseño de los sistemas de drenaje.

### iii. Sistemas de Refuerzo

- **Identificación de Áreas Críticas:**
  - Zonas con alta fracturación, presencia de diaclasas, o debilidades estructurales evidentes.
  - Clasificación geomecánica básica (RMR, GSI) para identificar áreas que requieren refuerzo.
- **Aplicación de Refuerzos:**
  - **Pernos de anclaje:**
    - Tipo de pernos utilizados (mecánicos, resinados, de cable).
    - Longitud y disposición en zonas críticas.

- **Mallas metálicas:**
  - Uso en combinación con pernos para estabilizar áreas superficiales.
- **Concreto proyectado (shotcrete):**
  - Espesor aplicado y cobertura de áreas de alta deformación o fracturación.
- Describir cómo estas medidas están alineadas con las normativas de seguridad minera.

#### iv. Monitoreo Geotécnico

- **Métodos de Monitoreo Utilizados:**
  - Extensómetros: Para medir deformaciones en galerías o pilares.
  - Piezómetros: Para monitorear niveles freáticos o presiones de agua en el macizo.
  - Observación visual regular: Inspecciones diarias para detectar grietas o movimientos.
- **Frecuencia del Monitoreo:**
  - Establecer horarios regulares para inspecciones y recolección de datos.
  - Incluir personal capacitado para realizar las mediciones y análisis.

#### v. Protocolos de Respuesta Rápida

- **Plan de Acción Ante Emergencias:**
  - Procedimientos para seguir en caso de:
    - Deslizamientos en galerías o taludes.
    - Colapsos en cámaras o pilares.
    - Inundaciones por agua superficial o subterránea.
- **Medidas de Seguridad:**
  - Definir rutas de evacuación y puntos seguros para los trabajadores.
  - Señalización clara y visible de áreas restringidas o peligrosas.
  - Entrenamiento del personal en simulacros de emergencia.

#### vi. Análisis Integrado del Macizo Rocoso

- **Aspectos Litológicos y Estructurales:**
  - Descripción de las unidades litológicas presentes (tipo de roca, características mecánicas).
  - Evaluación de estructuras geológicas relevantes (fallas, pliegues, diaclasas).
- **Aspectos Hidrogeológicos:**
  - Identificar fuentes de agua subterránea y su interacción con el macizo rocoso.
  - Evaluar el efecto del agua en la estabilidad del macizo.
- **Aspectos Geomecánicos:**
  - Determinar la resistencia a compresión y tracción de las rocas.
  - Evaluar el grado de fracturamiento y su orientación en relación con el diseño minero.

- **Impacto en la Seguridad de Operaciones:**
  - Análisis de cómo estos factores afectan la estabilidad de cámaras, pilares o taludes.
  - Proponer ajustes en el diseño minero para garantizar la seguridad.

## vii. Formato de Presentación

- **Tablas Resumen:**
  - Presentar datos relevantes como clasificaciones geomecánicas (RMR, GSI), propiedades mecánicas y niveles freáticos.
- **Esquemas y Diagramas:**
  - Croquis del sistema de drenaje y distribución de refuerzos.
  - Modelos simples que ilustren deformaciones detectadas o potenciales.
- **Mapas Geológicos:**
  - Incluir planos de las estructuras litológicas y geológicas relevantes.

### Ejemplo de Resumen

- **Presencia de Agua:** Zonas con infiltración moderada en los niveles inferiores. Sistema de drenaje: Bombas de extracción con capacidad de 50 L/min.
- **Sistemas de Refuerzo:** Pernos de anclaje resinados de 2 m, con mallas metálicas en galerías principales. Shotcrete de 5 cm aplicado en zonas de alta fracturación.
- **Monitoreo Geotécnico:** Extensómetros instalados en cámaras críticas, inspección visual diaria.
- **Protocolos de Emergencia:** Rutas de evacuación señalizadas y simulacros trimestrales para deslizamientos.
- **Ánálisis Geotécnico:** Roca huésped de tipo granito con alta competencia; fracturamiento local cerca de fallas principales.

## g) Recursos minerales y estériles

### i. Introducción

Este apartado tiene como objetivo presentar un análisis técnico de los recursos minerales y estériles disponibles en el proyecto, estableciendo la relación entre las reservas, el ritmo de extracción y la vida útil proyectada de la operación minera.

- **Reserva/Ritmo de Extracción = Vida Útil del Proyecto**
- **Cálculo de la Vida Útil del Proyecto:**
  - Fórmula básica:
$$\text{Vida Útil (años)} = \frac{\text{Reserva Total (toneladas)}}{\text{Ritmo de Extracción Anual (toneladas/año)}}$$
  - Detallar la cantidad total de recursos disponibles, incluyendo:
    - Recursos medidos, indicados e inferidos.
    - Reservas probadas y probables.

- Explicar el ritmo de extracción planificado en función del tonelaje mensual o anual.
- **Estimaciones:**
  - Ejemplo:
    - **Reserva Total:** 1,200,000 toneladas.
    - **Ritmo de Extracción:** 100,000 toneladas/año.
    - **Vida Útil Proyectada:** 12 años.

## ii. Soporte Técnico de la Reserva

- **Metodología Utilizada:**
  - Explicar cómo se determinó la reserva, incluyendo:
    - **Sondajes:** Tipo de sondajes realizados (diamantina, rotación inversa).
    - **Estudios Geológicos:** Mapas y modelos geológicos desarrollados.
    - **Ensayos de Laboratorio:** Análisis químicos para determinar leyes y propiedades físicas.
- **Validación de los Datos:**
  - Referenciar estudios técnicos previos o actuales que respalden la estimación de reservas.
  - Indicar si se utilizó software de modelamiento geológico (ej. Surpac, Leapfrog) para la evaluación.
- **Certificación:**
  - En caso de disponer de certificados, incluir documentación emitida por un consultor o profesional competente.

## iii. Ritmo de Producción: Tonelaje Mensual de Extracción

- **Planificación del Ritmo de Producción:**
  - Describir la cantidad mensual de mineral que se espera extraer y procesar.
  - Ejemplo:
    - **Ritmo de Extracción:** 8,500 toneladas/mes.
    - **Capacidad de Planta:** 10,000 toneladas/mes (para prever fluctuaciones).
- **Consistencia con la Vida Útil:**
  - Asegurar que el ritmo de extracción es consistente con la reserva disponible y la vida útil del proyecto.

## iv. Relación Mineral y Vida Útil

- **Relación Mineral-Estéril:**
  - Indicar la relación entre mineral extraído y material estéril (relación estéril-mineral o stripping ratio).
    - Ejemplo: 2:1 (2 toneladas de estéril por cada tonelada de mineral extraído).

- Justificar cómo esta relación impacta la planificación operativa y los costos.
- **Impacto en la Vida Útil:**
  - Analizar cómo los cambios en las leyes minerales, la relación mineral-estéril o el ritmo de extracción podrían afectar la duración del proyecto.

#### v. Formato de Presentación

- **Tablas Resumen:**

- Presentar las reservas, ritmo de producción y vida útil en un formato resumido.

Parámetro	Valor
Reserva Total	1,200,000 toneladas
Ritmo de Extracción	100,000 toneladas/año
Vida Útil Proyectada	12 años
Relación Estéril-Mineral	2:1

- **Diagramas y Gráficos:**

- Gráfico que muestre la proyección de extracción mensual/anual.
- Modelo geológico que ilustre la distribución de recursos y estériles.

- **Mapas y Modelos:**

- Incluir mapas de las áreas con reservas y estériles.
- Adjuntar modelos geológicos o de bloques, si están disponibles.

#### Ejemplo de Resumen

- **Reserva Total:** 1,200,000 toneladas (probadas y probables).
- **Ritmo de Producción:** Extracción: 8,500 toneladas/mes.
- **Relación Estéril-Mineral:** 2:1 (2 toneladas de estéril por cada tonelada de mineral).
- **Vida Útil Proyectada:** 12 años.
- **Soporte Técnico:** Estimaciones basadas en 15 sondajes diamantinos (DDH) de 150 m cada uno. Análisis químicos realizados en laboratorio acreditado, determinando leyes promedio de 2.5% Cu

## **h) Indicación de los minerales a explotar**

### **i. Introducción**

Este apartado debe detallar las características de los minerales a explotar y del material estéril, proporcionando información clave sobre la mineralización, las leyes estimadas y las características químicas del estéril, con énfasis en las posibles impurezas y su impacto en el proyecto.

### **ii. Tipo de Mineralización Predominante**

- **Descripción de la Mineralización:**
  - Identificar el tipo de mineralización presente en el depósito:
    - **Óxidos de Cobre:** Ejemplo: crisocola, cuprita, malaquita.
    - **Sulfuros de Cobre:** Ejemplo: calcopirita, bornita, covelina.
    - **Metales Preciosos:** Oro (Au), Plata (Ag).
    - **Otros Minerales:** Ejemplo: molibdenita (Mo), hierro (Fe), plomo (Pb), zinc (Zn).
- **Contexto Geológico:**
  - Relacionar el tipo de mineralización con las características geológicas del yacimiento, como el tipo de roca huésped y el ambiente de formación.

### **iii. Alteraciones Asociadas a la Mineralización**

- **Descripción de las Alteraciones:**
  - Identificar las alteraciones geológicas comunes en el área del depósito, como:
    - Alteración propilítica, serícita, potásica o argílica.
  - Explicar cómo estas alteraciones están asociadas al enriquecimiento o formación de la mineralización.
- **Importancia de las Alteraciones:**
  - Relacionar las alteraciones con el comportamiento de los minerales durante la extracción o procesamiento.

### **iv. Ley del Mineral Estimada**

- **Procedencia de la Información:**
  - Indicar si la ley promedio estimada proviene de:
    - **Muestreo Directo:** Ensayos químicos realizados en muestras del yacimiento.
    - **Venta en Poderes de Compra:** Leyes determinadas mediante análisis de material comercializado.
- **Presentación de Leyes:**
  - Proporcionar la ley promedio estimada para los minerales principales y secundarios (en % o g/t):
    - Ejemplo:
      - Cobre: 1.5%

- Oro: 2.5 g/t
- Plata: 10 g/t

- **Documentación Adicional:**
  - Adjuntar resultados de análisis químicos, si están disponibles.

## v. Caracterización del Material Estéril

- **Composición del Estéril:**
  - Identificar los principales minerales presentes en el material considerado estéril (ejemplo: cuarzo, feldespato, micas).
  - Evaluar si el estéril contiene concentraciones significativas de elementos de interés económico que podrían ser aprovechados en el futuro.
- **Impurezas:**
  - Detallar las posibles impurezas presentes en el estéril que podrían tener impactos ambientales o técnicos, como:
    - Arsénico (As).
    - Mercurio (Hg).
    - Azufre (S) en zonas de sulfuros secundarios.
- **Impacto del Estéril:**
  - Analizar cómo estas impurezas podrían afectar el manejo y disposición del estéril (por ejemplo, generación de drenaje ácido).

## vi. Formato de Presentación

- **Tablas Resumen:**

Mineral	Tipo	Ley Promedio	Fuente
Cobre (Cu)	Óxidos	1.5%	Muestreo Directo
Oro (Au)	Metales Preciosos	2.5 g/t	Poder de Compra

- **Gráficos o Diagramas:**

- Representar la distribución de las leyes o composición del estéril mediante gráficos.

- **Documentación Adjunta:**

- Incluir certificados de análisis químico, mapas geológicos y resultados de estudios previos.

## i) Descripción de los tipos de sostenimientos o fortificaciones a utilizar.

### i. Introducción

La implementación de sostenimientos adecuados es esencial para garantizar la estabilidad del macizo rocoso y la seguridad de las labores mineras. Esta sección detalla los diferentes tipos de sostenimientos a emplear, incluyendo pernos de fricción (**Split Set**), mallas, concreto proyectado, y otras medidas complementarias.

### ii. Justificación del Uso de Sostenimientos

- **Condiciones Geomecánicas:**
  - Relacionar la aplicación de sostenimientos con las características del macizo rocoso, considerando:
    - Calidad geomecánica (RMR, GSI).
    - Grado de fracturamiento.
    - Presencia de agua o condiciones de alta presión en el macizo.
- **Áreas Críticas:**
  - Zonas específicas donde se implementarán los sostenimientos:
    - Galerías principales.
    - Cámaras de explotación.
    - Zonas cercanas a fallas o fracturas significativas.

### iii. Tipos de Sostenimientos y Fortificaciones

#### Pernos de Fricción (**Split Set**):

- **Descripción:**
  - Pernos tubulares de acero deformable que generan fricción continua contra las paredes del taladro al ser insertados.
  - Disponibles en diferentes longitudes (1.2 m, 1.8 m, 2.4 m), dependiendo del tamaño de la labor y la estabilidad requerida.
  - Su instalación no requiere uso de resinas o cementos, facilitando su implementación en macizos con fracturación moderada a alta.
- **Aplicación:**
  - Áreas con fracturamiento moderado que requieren una instalación rápida.
  - Zonas temporales o de soporte secundario en combinación con mallas metálicas.
  - Techo y paredes de galerías y rampas principales.
- **Ventajas:**
  - Instalación sencilla y rápida.
  - Adaptabilidad a macizos de calidad variable.
  - Buena capacidad de soporte en combinación con otros sistemas (p. ej., shotcrete).
- **Limitaciones:**
  - Menor capacidad de soporte comparada con pernos resinados en macizos con fracturamiento severo.

### **Pernos Resinados:**

- **Descripción:**
  - Pernos de acero fijados con resina de anclaje que brindan soporte activo y pasivo.
  - Usados en zonas donde se requiere mayor resistencia al corte y a tensiones inducidas.
- **Aplicación:**
  - Áreas con fracturamiento severo o alto riesgo de desprendimientos.
  - Cámaras de explotación y zonas críticas cercanas a fallas.

### **Mallas Metálicas:**

- **Descripción:**
  - Rejillas de acero galvanizado instaladas para contener desprendimientos de fragmentos pequeños.
- **Aplicación:**
  - Áreas con fracturamiento superficial en combinación con pernos de fricción o resinados.

### **Concreto Proyectado (Shotcrete):**

- **Descripción:**
  - Mezcla de concreto aplicada mediante proyección a alta presión para estabilizar superficies expuestas.
  - Espesor típico: 5-10 cm.
- **Aplicación:**
  - Áreas con fracturamiento severo o expuestas a presiones elevadas.
  - Uso combinado con pernos y mallas para mayor estabilidad.

## **iv. Métodos de Instalación**

- **Pernos de Fricción (Split Set):**
  - Perforar taladros con un diámetro ligeramente menor que el del perno.
  - Insertar el perno con un martillo mecánico hasta que quede completamente ajustado en el taladro.
  - Verificar el anclaje con un medidor de torque.
- **Combinaciones de Sostenimientos:**
  - Usar mallas metálicas fijadas con pernos de fricción en zonas de fracturamiento moderado.
  - Aplicar shotcrete sobre áreas con fracturamiento severo en combinación con pernos resinados.

## v. Monitoreo y Mantenimiento

- **Monitoreo Geotécnico:**
  - Inspecciones visuales diarias en las áreas sostenidas con pernos de fricción.
  - Uso de extensómetros o medidores de carga para evaluar la efectividad de los sostenimientos.
- **Mantenimiento Periódico:**
  - Reemplazo de pernos en zonas con deformaciones significativas.
  - Refuerzo de áreas críticas mediante la instalación adicional de pernos resinados o shotcrete.

## vi. Formato de Presentación

### • Tablas Resumen:

- Presentar los tipos de sostenimiento con su aplicación, ventajas y limitaciones.

Tipo de Sostenimiento	Descripción	Áreas de Aplicación	Ventajas	Limitaciones
Pernos de Fricción (Split Set)	Pernos de acero tubular. Longitud: 1.2-2.4 m.	Techo y paredes de galerías principales.	Instalación rápida. Adaptabilidad.	Menor soporte en fracturas severas.
Pernos Resinados	Pernos anclados con resina.	Cámaras y zonas críticas.	Alta capacidad de soporte.	Instalación más compleja.
Mallas Metálicas	Rejillas de acero galvanizado.	Cámaras y galerías.	Contención de fragmentos.	No estabilizan por sí solas.

### • Diagramas y Esquemas:

Incluir esquemas que muestren la disposición típica de pernos de fricción y su combinación con otros sistemas.

## Ejemplo de Resumen

- **Pernos de Fricción (Split Set):** Longitud: 1.8 m, instalados en techos y paredes a 1.2 m de separación.
- **Malla Metálica:** Fijada con pernos de fricción en áreas con fracturamiento moderado.
- **Shotcrete:** Espesor de 7 cm en zonas con fracturamiento severo, aplicado sobre mallas fijadas con pernos resinados.

## j) Descripción del sistema de ventilación de la mina subterránea

### i. Introducción

El sistema de ventilación es esencial para garantizar condiciones seguras y saludables en minas subterráneas. Esta sección debe describir detalladamente los sistemas de ventilación propuestos, justificando técnicamente los caudales de aire necesarios para las personas y los equipos en operación, así como las características de los ventiladores seleccionados.

### ii. Descripción General del Sistema de Ventilación

- **Objetivo del Sistema de Ventilación:**
  - Garantizar la renovación constante del aire para mantener niveles aceptables de oxígeno y controlar la concentración de gases, polvo y temperatura.
- **Componentes del Sistema:**
  - Ventiladores principales: Ubicados en accesos principales para suministrar aire fresco a la mina.
  - Ventiladores secundarios: Instalados en galerías o zonas específicas para mejorar la distribución del aire.
  - Conductos de ventilación: Tuberías o ductos que canalizan el flujo de aire hacia áreas específicas.
- **Diseño del Flujo de Aire:**
  - Tipo de ventilación: Circuito de ventilación forzada o mixta.
  - Sentido del flujo: Asegurar que el aire fresco alcance las zonas críticas y que el aire viciado sea evacuado eficazmente.

### iii. Justificación Técnica de los Caudales de Aire

- **Número de Personas y Requerimiento de Aire por Persona:**
  - Cantidad total de personas que trabajarán en simultáneo en la mina.
  - Estándar de aire fresco por persona:
    1. Generalmente, 3 m<sup>3</sup>/min por persona en condiciones normales.
  - Cálculo del flujo de aire requerido para las personas:
$$\text{Flujo de Aire para Personas (m}^3/\text{min}) = \text{Número de Personas} \times \text{Requerimiento de Aire por Persona (m}^3/\text{min})$$
- **Potencia Total de Equipos Diésel y Requerimiento de Aire por kW de Diésel:**
  - Inventario de Equipos Diésel: Detallar cada equipo con su potencia nominal en kW.
  - Requerimiento estándar:
    1. 4-6 m<sup>3</sup>/min por kW de potencia de equipos Diésel, dependiendo del tipo de motor y las condiciones del trabajo.
  - Cálculo del flujo de aire requerido para los equipos Diésel:
$$\text{Flujo de Aire para Equipos (m}^3/\text{min}) = \text{Potencia Total de Equipos (kW)} \times \text{Requerimiento de Aire por kW (m}^3/\text{min)}$$

- **Cálculo Total del Caudal de Aire Requerido:**
  - Sumar el flujo requerido por personas y equipos:

Caudal Total (m<sup>3</sup>/min) = Flujo por Personas (m<sup>3</sup>/min) + Flujo por Equipos (m<sup>3</sup>/min)

#### iv. Características de los Ventiladores Seleccionados

- **Ventiladores Principales:**
  - Capacidad de flujo de aire (m<sup>3</sup>/min).
  - Presión estática generada (Pa).
  - Potencia del ventilador (kW).
- **Ventiladores Secundarios:**
  - Diámetro y capacidad de los ventiladores utilizados en galerías específicas.
  - Sistemas de refuerzo en áreas de difícil ventilación.
- **Distribución del Aire:**
  - Descripción de cómo el flujo se dirige hacia zonas específicas, como cámaras de explotación y frentes de trabajo.
  - Esquema de ventilación que incluya tomas de aire fresco y salidas de aire viciado.

#### v. Formato de Presentación

##### Tablas de Cálculo

- **Requerimientos de Aire:**

Parámetro	Valor	Unidades
Número de Personas	25	personas
Requerimiento por Persona	3	m <sup>3</sup> /min
Potencia Total de Equipos Diésel	200	kW
Requerimiento por kW	5	m <sup>3</sup> /min
Flujo por Personas	75	m <sup>3</sup> /min
Flujo por Equipos	1000	m <sup>3</sup> /min
<b>Caudal Total</b>	<b>1075</b>	<b>m<sup>3</sup>/min</b>

- **Ventiladores Seleccionados**

Ventilador	Capacidad	Presión Estática	Potencia
Principal	1200 m <sup>3</sup> /min	1200 Pa	50 kW
Secundario	400 m <sup>3</sup> /min	800 Pa	15 kW

- **Diagramas y Esquemas**

Incluir un esquema de ventilación que muestre:

- Toma de aire fresco.
- Distribución en galerías principales y secundarias.
- Salida del aire viciado.

### **Ejemplo de Resumen**

- **Personas:** 25 trabajadores, flujo requerido: 75 m<sup>3</sup>/min.
- **Equipos Diésel:** Potencia total: 200 kW, flujo requerido: 1000 m<sup>3</sup>/min.
- **Caudal Total:** 1075 m<sup>3</sup>/min.
- **Ventiladores:** Principal: 1200 m<sup>3</sup>/min, presión estática 1200 Pa, potencia 50 kW. Secundario: 400 m<sup>3</sup>/min, presión estática 800 Pa, potencia 15 kW.
- **Esquema:** Ventilación forzada desde accesos principales con ventiladores secundarios en galerías específicas.

## **k) Descripción del sistema de electrificación y/o iluminación de la faena**

### **i. Introducción**

El sistema de electrificación e iluminación de una faena minera es crucial para garantizar la operación eficiente y segura en labores subterráneas y a cielo abierto. Este apartado debe detallar los equipos eléctricos utilizados, las características de los sistemas de iluminación y su distribución en la mina, presentados de manera estructurada.

### **ii. Descripción General del Sistema de Electrificación**

- **Fuente de Energía:**

- Tipo de suministro eléctrico:
  - **Conexión a red externa:** Energía suministrada por una compañía eléctrica.
  - **Generación propia:** Uso de generadores diésel, paneles solares u otras fuentes autónomas.

- **Distribución de la Energía:**
  - Sistema de distribución: Voltaje principal y secundario utilizado en la faena.
  - Tableros eléctricos: Ubicación de los tableros principales y secundarios.

### iii. Sistema de Iluminación

- **Zonas Críticas:**
  - Identificar las áreas donde la iluminación es indispensable:
    - Accesos principales y galerías.
    - Cámaras de explotación.
    - Talleres y áreas de mantenimiento.
    - Campamentos y oficinas.
- **Tipos de Iluminación:**
  - Lámparas fijas: Tipo de luminaria (LED, halógenas, fluorescentes).
  - Lámparas portátiles: Uso de linternas y equipos de emergencia en zonas críticas.

### iv. Tabla Resumen de Equipos de Electrificación e Iluminación

- Incluir los equipos utilizados en un formato tabular que detalle su identificación, cantidad y potencia.

Identificación del Equipo	Descripción	Cantidad	Potencia (kW)	Ubicación/Área de Uso
Generador Principal	Generador Diésel, 400 V	1	250	Entrada Principal
Tablero Principal	Tablero eléctrico 400/220 V	1	-	Entrada Principal
Lámparas LED	Luminarias para galerías	50	0.1	Galerías y Cámaras
Lámparas Portátiles	Linternas de emergencia recargables	15	0.02	Áreas Críticas
Ventilador con Motor Eléctrico	Motor trifásico, 400 V	2	15	Sistema de Ventilación

### v. Monitoreo y Mantenimiento

- **Monitoreo del Sistema Eléctrico:**
  - Inspecciones periódicas de tableros y líneas eléctricas.
  - Uso de sistemas de protección como disyuntores y fusibles.
- **Revisión de Iluminación:**
  - Verificar el estado de luminarias y equipos portátiles.
  - Programar el reemplazo preventivo de lámparas y baterías.

### vi. Formato de Presentación

- **Tablas Resumen:**
  - Estructurar los equipos en tablas claras y detalladas.
- **Diagramas y Esquemas:**
  - Incluir un esquema eléctrico general que muestre:
    - Fuente de energía.
    - Distribución a través de tableros y áreas específicas.

## Ejemplo de Resumen

- **Fuente de Energía:** Generador Diésel de 250 kW, con distribución de 400/220 V.
- **Iluminación:** Lámparas LED: 50 unidades, 0.1 kW cada una. Lámparas portátiles: 15 unidades, 0.02 kW cada una.
- **Distribución:** Tablero principal ubicado en la entrada principal. Tableros secundarios en galerías y cámaras específicas

## I) Listado de equipos y maquinaria

### i. Introducción

Este apartado debe incluir una descripción detallada de los equipos y maquinaria utilizados en la faena minera, especificando dimensiones, capacidad, ubicación, características de seguridad y el plan de mantención. La presentación debe ser clara y organizada para asegurar que cada equipo cumpla con los estándares de seguridad y operatividad requeridos.

### ii. Descripción de los Equipos

- **Identificación del Equipo:** Nombre del equipo y su función en la operación minera.
- **Dimensiones:** Largo, ancho y altura del equipo en metros.
- **Capacidad/Potencia:**
  - Para maquinaria móvil: Capacidad de carga (toneladas) o volumen de carga (m<sup>3</sup>).
  - Para equipos estacionarios: Potencia en kW o capacidad de procesamiento.

### iii. Ubicación

- Indicar el lugar donde opera el equipo:
  - Galerías.
  - Cámaras de explotación.
  - Talleres de mantenimiento.
  - Áreas de almacenamiento.

#### iv. Características de Seguridad

- Describir los sistemas de seguridad incorporados en cada equipo, como:
  - **Control de gases tóxicos:** Detectores de CO, NOx o metano.
  - **Sistemas automáticos de extinción de incendios:** Rociadores, espuma o polvo químico seco.
  - **Alarms:** Sensores de proximidad, alarmas acústicas o visuales.
  - **Sistemas de freno de emergencia.**

#### v. Plan de Mantención

- **Tipo de Mantención:**
  - **Preventiva:** Inspecciones periódicas para garantizar el correcto funcionamiento del equipo.
  - **Correctiva:** Reparaciones cuando se detectan fallas.
- **Frecuencia de Mantención:**
  - Diaria, semanal, mensual o según las horas de uso del equipo.
- **Registro:**
  - Llevar un registro detallado de las mantenciones realizadas.

#### vi. Tabla Resumen

Organizar la información en un formato tabular para facilitar su consulta.

Equipo	Dimensiones (m)	Capacidad/Potencia	Ubicación	Características de Seguridad	Plan de Mantención
Scooptram LHD	8 x 2.5 x 2.7	5 m <sup>3</sup> / 150 kW	Galerías principales	- Detector de CO y NOx. - Extinción automática. - Alarma de reversa.	Inspección semanal. Cambio de aceite cada 250 h.
Camión de Bajo Perfil	10 x 3 x 3.5	20 toneladas / 200 kW	Rampas y cámaras	- Extintores portátiles. - Frenos de emergencia. - Alarma de sobrecarga.	Inspección diaria. Revisión de frenos cada 100 h.
Generador Eléctrico	3 x 1.5 x 2	250 kW	Talleres	- Extintor de CO <sub>2</sub> . - Monitor de sobrecarga eléctrica.	Inspección mensual. Revisión de conexiones cada 3 meses.
Perforadora Jumbo	7 x 2.2 x 2.5	2 brazos, 150 kW	Frentes de trabajo	- Alarmas visuales y sonoras. - Freno hidráulico.	Mantenimiento diario en lubricación. Revisión mecánica mensual.

## vii. Esquema o Diagramas

- **Mapa de Ubicación:**
  - Incluir un mapa que muestre las áreas específicas donde opera cada equipo.
- **Diagramas de Seguridad:**
  - Representar gráficamente los sistemas de seguridad implementados en los equipos.

## viii. Recomendaciones Finales

- Mantener registros actualizados de todos los equipos.
- Implementar protocolos de inspección y verificación antes de cada uso.
- Garantizar la capacitación adecuada del personal sobre las características y medidas de seguridad de cada equipo.

## Ejemplo de Resumen

**Equipo:** Scooptram LHD

- **Dimensiones:** 8 x 2.5 x 2.7 m.
- **Capacidad:** 5 m<sup>3</sup> / 150 kW.
- **Ubicación:** Galerías principales.
- **Características de Seguridad:**
  - Detector de CO y NOx.
  - Sistema de extinción automática.
  - Alarma acústica de reversa.
- **Plan de Mantención:**
  - Inspección semanal y cambio de aceite cada 250 horas.

## m) Operaciones Unitarias: perforación y tronadura

### i. Introducción

Esta sección detalla las operaciones unitarias de **perforación** y **tronadura**, describiendo los procedimientos técnicos y las medidas de seguridad implementadas para garantizar una ejecución eficiente y segura. Ambas actividades deben ser evaluadas en términos de planificación, equipos utilizados y riesgos asociados.

### ii. Descripción de la Perforación

- **Objetivo:**
  - Crear taladros que permitan cargar explosivos de forma segura para la tronadura.
  - Generar configuraciones específicas según el diseño del frente de trabajo (longitud, diámetro y espaciamiento de los taladros).
- **Equipos de Perforación:**
  - Tipo de perforadoras utilizadas (manuales, jumbo hidráulico).
  - Especificaciones:
    - **Diámetro de taladros:** Indicar rango en mm.
    - **Longitud:** Indicar profundidad típica.
- **Método de Perforación:**
  - Secuencia de perforación según el diseño del frente (ejemplo: abanico, radial).
  - Control del polvo durante la perforación mediante sistemas de extracción o rociado.
- **Medidas de Seguridad en Perforación:**
  - **Control de riesgos:**

- Uso de sistemas de ventilación adecuados para evitar acumulación de gases o polvo.
- Inspección previa de las condiciones del macizo.
- **Equipo de Protección Personal (EPP):**
  - Cascos, guantes, lentes de seguridad, protección auditiva, mascarillas o respiradores.
- **Capacitación del personal:**
  - Entrenamiento en el uso seguro de las perforadoras y procedimientos de emergencia.

### iii. Descripción de la Tronadura

- **Objetivo:**
  - Fragmentar el macizo rocoso para facilitar la extracción y transporte del material.
- **Diseño de la Tronadura:**
  - Especificaciones del patrón de carga:
    - **Tipo de explosivo:** Ejemplo: ANFO, emulsiones explosivas.
    - **Cantidad de carga:** Por taladro, medida en kg.
    - **Distribución:** Espaciamiento y disposición de los taladros.
- **Fases de la Tronadura:**
  - **Preparación:**
    - Inspección del área para identificar riesgos.
    - Marcado y limpieza de los taladros perforados.
  - **Carga:**
    - Introducción controlada del explosivo y accesorios (cables detonantes, boosters).
    - Uso de sistemas seguros de iniciación (eléctricos o no eléctricos).
  - **Detonación:**
    - Ejecución del disparo mediante el sistema de iniciación seleccionado.
    - Verificación de éxito (fragmentación y desplazamiento adecuado).
- **Medidas de Seguridad en Tronadura:**
  - **Prevención de accidentes:**
    - Delimitación y evacuación de la zona de peligro antes del disparo.
    - Instalación de señales de advertencia y barreras físicas.
  - **Verificación post-tronadura:**
    - Revisión del área para identificar posibles taladros no detonados.
    - Control del material fragmentado y su estabilidad.
  - **Ventilación:**
    - Purga de gases de la tronadura antes de reingresar a la zona.

### iv. Formato de Presentación

- **Tablas Resumen**

### Perforación:

Parámetro	Especificación
Tipo de perforadora	Jumbo hidráulico de 2 brazos
Diámetro de taladros	50-75 mm
Profundidad de taladros	3-5 m
Control de polvo	Sistema de aspiración integrado

### Tronadura:

Parámetro	Especificación
Explosivo utilizado	ANFO
Patrón de carga	Abanico, espaciamiento 1.5 m
Sistema de iniciación	No eléctrico, detonadores NONEL
Zona de peligro	Radio de evacuación: 100 m

- **Diagramas**

- **Perforación:**

Esquema del patrón de perforación en el frente de trabajo.

- **Tronadura:**

Diagrama del patrón de carga, mostrando la distribución de los explosivos y accesorios.

## v. Recomendaciones Finales

- Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre procedimientos de perforación y tronadura.
- Llevar un registro detallado de cada operación para evaluar su efectividad y seguridad.
- Implementar simulacros de emergencia para reforzar la respuesta ante incidentes.

## Ejemplo de Resumen

### Perforación:

- Perforación con jumbo hidráulico, taladros de 75 mm de diámetro y 3 m de profundidad.
- Medidas de seguridad: Ventilación activa y uso de EPP completo.

### **Tronadura:**

- Uso de ANFO con detonadores NONEL, patrón en abanico.
- Delimitación de la zona de peligro a 100 m, evacuación previa y purga de gases posterior al disparo.

## **n) Operaciones Unitarias: carguío y transporte de minerales y estériles.**

### **i. Introducción**

El carguío y transporte de minerales y estériles son operaciones críticas en el desarrollo de una faena minera. Este apartado debe detallar los procedimientos, equipos y medidas de seguridad implementadas para garantizar la eficiencia y minimizar los riesgos asociados a estas actividades.

### **ii. Descripción del Carguío**

- **Objetivo:**
  - Transferir el material (mineral o estéril) desde los frentes de trabajo o pilas intermedias hacia los equipos de transporte.
- **Equipos Utilizados:**
  - **Equipos principales:**
    - Scooptram (LHD), palas mecánicas o hidráulicas.
  - **Capacidades típicas:**
    - Scooptram: 3-7 m<sup>3</sup>.
    - Palas mecánicas: 5-10 m<sup>3</sup>.
- **Procedimiento de Carguío:**
  - Posicionamiento del equipo en relación al material.
  - Carga del material mediante ciclos controlados.
  - Verificación de peso y distribución adecuada en el equipo de transporte para evitar sobrecargas.
- **Medidas de Seguridad en Carguío:**
  - **Control de zonas de trabajo:**
    - Delimitación del área de carguío y prohibición de acceso a personal no autorizado.
  - **EPP:**
    - Cascos, guantes, chalecos reflectantes, protección ocular y auditiva.
  - **Control de polvo:**
    - Rociado de agua o sistemas de extracción en áreas confinadas.
  - **Capacitación del operador:**
    - Entrenamiento en maniobras seguras y uso adecuado de los controles del equipo.

### iii. Descripción del Transporte

- **Objetivo:**
  - Mover el material (mineral o estéril) desde los puntos de carguío hacia su destino final, como botaderos, pilas de lixiviación o plantas de procesamiento.
- **Equipos Utilizados:**
  - **Camiones de bajo perfil (para minería subterránea):**
    - Capacidad: 20-50 toneladas.
  - **Camiones articulados o convencionales (para minería a cielo abierto):**
    - Capacidad: 50-400 toneladas.
- **Procedimiento de Transporte:**
  - **Carga:**
    - Verificar que el camión esté correctamente posicionado y estabilizado durante el carguío.
  - **Transporte:**
    - Recorrer rutas prediseñadas con pendientes y radios de curvatura adecuados.
  - **Descarga:**
    - Descargar el material en los botaderos o pilas, verificando la estabilidad del terreno.
- **Medidas de Seguridad en Transporte:**
  - **Control de tráfico:**
    - Implementar señales, límites de velocidad y rutas designadas.
  - **Sistemas de seguridad en camiones:**
    - Frenos de emergencia, alarmas de retroceso, cámaras o sensores de proximidad.
  - **Inspección diaria de los equipos:**
    - Verificar neumáticos, frenos, luces y nivel de fluidos antes de cada turno.
  - **Protección contra vuelcos:**
    - Uso de cabinas reforzadas con certificación ROPS (Roll Over Protection System).
  - **Capacitación del conductor:**
    - Entrenamiento en maniobras seguras y protocolos de emergencia.

### iv. Coordinación entre Carguío y Transporte

- **Sincronización de Operaciones:**
  - Minimizar tiempos muertos mediante la coordinación entre los equipos de carguío y transporte.
  - Uso de sistemas de gestión de flota para monitorear tiempos y eficiencias.
- **Gestión de Material:**
  - Clasificar el material en mineral y estéril desde el punto de origen para evitar mezclas no deseadas.

## v. Tabla Resumen de Equipos

Organizar la información en un formato tabular que detalle las características y capacidades de los equipos utilizados.

Equipo	Tipo	Capacidad	Ubicación	Características de Seguridad
Scooptram LHD	Carguío	7 m <sup>3</sup>	Frentes de trabajo	Sistema de frenos hidráulicos, alarma de retroceso.
Camión de Bajo Perfil	Transporte	30 toneladas	Rampas y botaderos	Cabina ROPS, sensores de proximidad, frenos de emergencia.
Pala Hidráulica	Carguío	10 m <sup>3</sup>	Pilas intermedias	Sistema de estabilización, alarma de sobrecarga.

## vi. Formato de Presentación

### Diagramas y Esquemas

- Flujo de Operaciones:**
  - Esquema que muestre el flujo de materiales desde el carguío hasta el destino final (botadero o planta).
- Rutas de Transporte:**
  - Plano que indique las rutas de transporte, áreas de carguío y zonas de descarga.

### Recomendaciones Finales

- Realizar simulacros de emergencia para evaluar la respuesta en caso de accidentes.
- Llevar un registro detallado de inspecciones y mantenimientos de los equipos.
- Implementar auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad.

### Ejemplo de Resumen

- Carguío:** Scooptram de 7 m<sup>3</sup> en frentes de trabajo con sistemas de seguridad activa (alarma de reversa y frenos hidráulicos).
- Transporte:** Camión de bajo perfil con capacidad de 30 toneladas, equipado con cabina ROPS y sensores de proximidad.
- Medidas de Seguridad:** Control de tráfico con rutas señalizadas. Inspección diaria de los equipos antes de su operación. Capacitación del personal en maniobras seguras y protocolos de emergencia.

## **o) Plan de Prevención de Riesgos Operacionales.**

### **i. Introducción**

El **Plan de Prevención de Riesgos Operacionales** tiene como objetivo identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados a las actividades mineras, garantizando la seguridad de los trabajadores, la continuidad de las operaciones y el cumplimiento normativo. Este plan debe abarcar todas las etapas del proceso minero, desde el desarrollo de labores hasta el cierre de operaciones.

### **ii. Identificación de Riesgos**

- Metodología de Identificación:**
  - Aplicar herramientas como matrices de riesgo (probabilidad vs. impacto).
  - Realizar evaluaciones específicas por cada operación unitaria (perforación, tronadura, carguío, transporte, etc.).
- Principales Riesgos Operacionales:**
  - Perforación:** Caída de rocas, exposición a polvo y ruido.
  - Tronadura:** Gases tóxicos, fallas en la detonación, proyección de fragmentos.
  - Carguío y Transporte:** Atropellos, vuelcos de maquinaria, colisiones.
  - Ventilación:** Acumulación de gases, déficit de oxígeno.
  - Estabilidad de Taludes o Pilares:** Deslizamientos o colapsos.

### **iii. Evaluación y Priorización de Riesgos**

- Criterios de Evaluación:**
  - Probabilidad:** Baja, media, alta.
  - Impacto:** Leve, moderado, crítico.
- Matriz de Riesgos:**
  - Representar los riesgos identificados en una matriz para priorizar las acciones de mitigación.

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Acción
Caída de rocas en perforación	Alta	Moderado	Alto	Implementar refuerzos
Proyección de fragmentos en tronadura	Media	Crítico	Alto	Ampliar zona de exclusión

### **iv. Medidas de Prevención y Control**

- Procedimientos Estándar de Seguridad (PES):**
  - Detallar protocolos específicos para cada actividad:
    - Perforación: Inspección del macizo antes de operar.

- Tronadura: Uso de sistemas de comunicación para coordinar evacuación.
- Transporte: Control de tráfico y señalización.
- **Sistemas de Seguridad:**
  - Instalación de sensores de gases y sistemas de ventilación activa.
  - Uso de sistemas automáticos de extinción en equipos móviles.
- **Equipos de Protección Personal (EPP):**
  - Cascos, guantes, protección auditiva, respiradores y calzado de seguridad para todas las operaciones.

## v. Capacitación y Concientización

- **Capacitaciones Periódicas:**
  - Entrenamiento sobre procedimientos operativos y respuesta a emergencias.
  - Charlas diarias de seguridad (Safety Talks).
- **Simulacros:**
  - Realizar simulacros de emergencia para evaluar la respuesta ante deslizamientos, explosiones o accidentes de tránsito.

## vi. Monitoreo y Auditorías

- **Sistema de Monitoreo:**
  - Implementar controles periódicos para identificar condiciones inseguras, como deformaciones en el macizo o fallas en los equipos.
  - Uso de tecnología para el monitoreo en tiempo real de gases y estabilidad estructural.
- **Auditorías de Seguridad:**
  - Inspecciones regulares para garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos.

## vii. Respuesta a Emergencias

- **Plan de Contingencia:**
  - Procedimientos claros para la evacuación, rescate y atención médica.
  - Identificación de rutas de evacuación y puntos de encuentro.
- **Equipos de Emergencia:**
  - Instalación de kits de primeros auxilios, extintores, y herramientas de rescate en áreas críticas.

## viii. Formato de Presentación

### Matriz de Riesgos y Medidas

- Presentar los riesgos identificados junto con las medidas implementadas.

Actividad	Riesgo	Medidas de Prevención
Perforación	Caída de rocas	Uso de mallas metálicas, inspección previa del macizo
Tronadura	Gases tóxicos	Ventilación forzada y evacuación total de personal
Transporte	Vuelco de camiones	Capacitación de operadores, rutas señalizadas

## Diagramas y Procedimientos

- Incluir diagramas que muestren rutas de evacuación y zonas de exclusión.
- Procedimientos ilustrados para situaciones de emergencia.

## Recomendaciones Finales

- Revisar y actualizar el plan de prevención cada seis meses o después de un incidente.
- Involucrar a todos los trabajadores en la identificación de riesgos y propuestas de mejora.
- Implementar tecnología de monitoreo en tiempo real para condiciones críticas.

## Ejemplo de Resumen

- **Riesgo Identificado:** Caída de rocas durante la perforación.  
**Medidas Implementadas:** Inspección del macizo y uso de sostentimientos adecuados (pernos y mallas). Capacitación del personal en maniobras seguras.
- **Simulacro Realizado:** Respuesta a deslizamientos, evacuación completada en 5 minutos.

## p) Antecedentes y descripción del Polvorín

### i. Introducción

El polvorín es una instalación crítica en las operaciones mineras subterráneas o a cielo abierto, destinada al almacenamiento seguro de explosivos y accesorios para tronadura. Este apartado debe describir sus características técnicas, ubicación y cumplimiento de los trámites requeridos ante las autoridades fiscalizadoras.

### ii. Descripción del Polvorín

- **Características del Polvorín:**
  - **Tipo de polvorín:** Permanente o móvil.

- **Capacidad:** Indicar el volumen o cantidad de explosivos que puede almacenar (en kilogramos o unidades específicas).
- **Material de construcción:** Hormigón armado, metal o madera con revestimientos de seguridad.
- **Medidas de seguridad:**
  - Sistemas de ventilación natural para evitar acumulación de gases.
  - Sistemas de iluminación antideflagrantes.
  - Señalización clara con restricciones de acceso y advertencias.
- **Diseño y Seguridad:**
  - Separación de explosivos y accesorios (detonadores, mechas).
  - Medidas de protección contra incendios y descargas eléctricas.
  - Distancia de seguridad con respecto a áreas sensibles (caminos, campamentos, talleres).

### iii. Ubicación del Polvorín

- **Coordenadas y Referencias Geográficas:**
  - Ubicación exacta del polvorín con coordenadas UTM (Datum especificado, ej. WGS84).
  - Mapa de referencia en Google Maps que muestre:
    - Polvorín.
    - Distancias a puntos críticos como oficinas, campamentos y frentes de trabajo.
- **Cumplimiento de Normas de Ubicación:**
  - Distancias mínimas requeridas según normativas nacionales (por ejemplo, separación de áreas habitadas o vías de transporte).
  - Evaluar si el lugar es de difícil acceso para personas no autorizadas.

### iv. Autorizaciones y Trámites

- **Autorización de la Autoridad Fiscalizadora:**
  - Nombre de la autoridad responsable (ejemplo: Dirección General de Movilización Nacional - DGMN en Chile).
  - Número de autorización o resolución emitida.
  - Evidencia de la inscripción como usuario autorizado de explosivos.
- **Gestión del Transporte:**
  - Detallar si se cuenta con permisos para el transporte de explosivos.
  - Identificar las rutas seguras aprobadas para el traslado hacia el polvorín y desde este a los frentes de trabajo.
- **Registros Asociados:**
  - Registro de entrada y salida de explosivos y accesorios.
  - Control de inventarios para verificar trazabilidad de los materiales almacenados.

## v. Medidas de Seguridad

- Control de Accesos:**
  - Restricción de acceso a personal autorizado únicamente.
  - Implementación de guardias, cercos perimetrales o sistemas de videovigilancia.
- Sistemas de Emergencia:**
  - Extintores o sistemas automáticos de extinción de incendios en las cercanías del polvorín.
  - Protocolo de evacuación en caso de emergencias.

## vi. Formato de Presentación

### Tablas Resumen

- Características del Polvorín:**

Parámetro	Especificación
Tipo	Polvorín permanente
Capacidad	2,000 kg de explosivos
Material de construcción	Hormigón armado
Sistemas de seguridad	Ventilación natural, señalización clara, extintores cercanos
Distancia mínima a campamentos	1,000 m

- Autorizaciones y Trámites:**

Trámite	Estado
Autorización del polvorín	Resolución N° 12345 aprobada
Permiso de transporte	Válido hasta diciembre 2024
Registro de inventarios	Actualizado al mes de presentación

## vii. Mapas y Esquemas

- Mapa generado con Google Maps que muestre:
  - Ubicación del polvorín (coordenadas UTM).
  - Distancias a campamentos, oficinas, y áreas sensibles.

### viii. Recomendaciones Finales

1. Actualizar periódicamente los registros de inventario del polvorín.
2. Realizar auditorías de seguridad para verificar el cumplimiento de las normativas.
3. Capacitar al personal en la manipulación segura de explosivos y respuestas de emergencia.

### Ejemplo de Resumen

- **Descripción del Polvorín:** Tipo: Permanente, con capacidad para almacenar hasta 2,000 kg de explosivos. Construcción de hormigón armado, con medidas de seguridad activas como ventilación natural y extintores.
- **Ubicación:** Coordenadas UTM: 385,200 E / 6,750,100 N (Datum WGS84). A más de 1,000 m de cualquier área sensible.
- **Autorizaciones:** Resolución aprobatoria N° 12345 de la DGMN. Permiso de transporte vigente hasta diciembre de 2024.
- **Medidas de Seguridad:** Control de acceso mediante cercos perimetrales y guardias. Sistemas de extinción cercanos y protocolo de evacuación establecido.

## q) Instalaciones auxiliares

### i. Introducción

Las instalaciones auxiliares en una faena minera son esenciales para el soporte operativo, logístico y administrativo. Este apartado debe proporcionar una descripción detallada y completa de las instalaciones auxiliares disponibles, incluyendo su tipo, ubicación y función dentro del proyecto.

### ii. Descripción General de las Instalaciones Auxiliares

- **Objetivo:**
  - Identificar las instalaciones que brindan soporte a las operaciones mineras principales.
  - Garantizar que estas instalaciones cumplen con los estándares de seguridad, funcionalidad y sostenibilidad.
- **Tipos de Instalaciones:**
  - Infraestructura administrativa y operativa.
  - Servicios de apoyo logístico y mantenimiento.
  - Instalaciones relacionadas con la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

### iii. Tipos de Instalaciones y Su Descripción

- **Infraestructura Administrativa:**
  - **Tipo de Instalación:** Oficinas administrativas.
  - **Ubicación:** En la entrada principal de la faena.
  - **Descripción:**
    - Estructura prefabricada con áreas de trabajo, salas de reuniones y baños.
    - Equipamiento básico de oficina y acceso a internet.
- **Talleres de Mantenimiento:**
  - **Tipo de Instalación:** Taller mecánico y de mantenimiento.
  - **Ubicación:** Cercano al área de maquinaria pesada.
  - **Descripción:**
    - Taller equipado para reparaciones mecánicas, con herramientas y equipos como gatos hidráulicos y soldadoras.
    - Áreas específicas para almacenamiento de repuestos y lubricantes.
- **Almacenamiento de Combustibles:**
  - **Tipo de Instalación:** Estación de almacenamiento de combustibles.
  - **Ubicación:** Área separada y delimitada, con acceso restringido.
  - **Descripción:**
    - Tanques subterráneos de combustible con sistemas de control y monitoreo.
    - Extintores y sistemas de contención para derrames.
- **Comedor y Áreas de Bienestar:**
  - **Tipo de Instalación:** Comedor y áreas recreativas.
  - **Ubicación:** Próximo al campamento minero.
  - **Descripción:**
    - Instalaciones con capacidad para alimentar a toda la dotación en turnos.
    - Áreas recreativas como canchas deportivas o salas de descanso.
- **Bodegas de Almacenamiento:**
  - **Tipo de Instalación:** Bodegas de almacenamiento.
  - **Ubicación:** Cercano a talleres y oficinas.
  - **Descripción:**
    - Almacén para insumos no peligrosos (herramientas, equipos menores).
    - Separación adecuada de materiales según su naturaleza.
- **Instalaciones Sanitarias:**
  - **Tipo de Instalación:** Servicios sanitarios y duchas.
  - **Ubicación:** Distribuidos en áreas estratégicas de la faena.

- **Descripción:**
  - Infraestructura básica para higiene personal de los trabajadores.
  - Sistemas de tratamiento de aguas residuales para minimizar el impacto ambiental.

#### iv. Ubicación y Mapas

1. **Ubicación de las Instalaciones:**
  - Coordenadas UTM de cada instalación (indicar el Datum utilizado, ej. WGS84).
  - Distancias relativas entre las instalaciones y las áreas operativas.
2. **Mapas y Diagramas:**
  - Incluir un plano general que muestre la disposición de las instalaciones auxiliares en relación con las áreas de trabajo principales.

#### v. Formato de Presentación

##### Tablas Resumen

Tipo de Instalación	Ubicación	Descripción
Oficinas Administrativas	Entrada principal	Estructura prefabricada con salas de reuniones y baños.
Talleres de Mantenimiento	Cercano a maquinaria pesada	Equipado para reparaciones, con almacenamiento de repuestos.
Almacenamiento de Combustibles	Área delimitada	Tanques subterráneos con sistemas de contención de derrames.
Comedor y Áreas Recreativas	Próximo al campamento	Capacidad para alimentar a toda la dotación en turnos.
Bodegas de Almacenamiento	Cercano a talleres	Espacio para herramientas e insumos no peligrosos.
Servicios Sanitarios	Distribuidos en la faena	Duchas y baños con sistemas de tratamiento de aguas residuales.

##### Diagramas y Mapas

- Mapa que muestre la ubicación exacta de las instalaciones auxiliares en la faena.
- Diagramas que expliquen la distribución interna de áreas clave como talleres o bodegas.

## Recomendaciones Finales

- Asegurar que todas las instalaciones cumplen con las normativas locales y estándares de seguridad.
- Revisar periódicamente el estado de las instalaciones auxiliares para garantizar su funcionalidad.
- Implementar sistemas de gestión para monitorear el uso y mantenimiento de cada instalación.

## Ejemplo de Resumen

- **Oficinas Administrativas:** Ubicación: Entrada principal (coordenadas UTM: 385,200 E / 6,750,100 N, Datum WGS84). Función: Áreas de trabajo y reuniones.
- **Taller de Mantenimiento:** Ubicación: Próximo a maquinaria pesada. Equipado para reparaciones mecánicas con herramientas especializadas.
- **Comedor:** Capacidad: 50 personas por turno. Instalación: Sala con cocinas industriales y áreas de descanso.

### r) Diseño y medidas de seguridad de los caminos

#### i. Introducción

El diseño y mantenimiento adecuado de los caminos es esencial para garantizar la seguridad y eficiencia en el tránsito de vehículos y equipos en la faena minera, tanto en superficie como en labores subterráneas. Este apartado detalla los criterios técnicos y las medidas de seguridad necesarias para los caminos de la operación.

#### ii. Caminos de Superficie

- **Diseño de Caminos de Fuerte Pendiente:**
  - **Pendiente Máxima:**
    - Se permitirá una pendiente máxima del 10% para garantizar la estabilidad y control de los vehículos.
  - **Salidas de Emergencia:**
    - Disposición de salidas de emergencia cada 200 metros en caminos de fuerte pendiente.
    - Estas deben estar construidas con material que facilite la detención segura de vehículos en caso de falla en los frenos.
  - **Pretil de Seguridad:**
    - Instalación de pretils en caminos sobre barrancos o zonas de curvas, con una altura mínima de 2/3 de la rueda del vehículo de mayor envergadura que transite por la zona.
- **Curvas y Peraltes:**
  - Diseño de curvas adaptado a las características técnicas de los vehículos:
    - Radios mínimos para garantizar maniobrabilidad segura.

- Incluir peraltes adecuados en curvas para evitar deslizamientos, especialmente en condiciones climáticas adversas.
- **Ancho de los Caminos:**
  - Considerar un ancho útil que permita el tránsito seguro de dos vehículos en sentidos opuestos.
  - Incluir zonas de cruzamiento en intervalos regulares.

### iii. Caminos en Labores Subterráneas

- **Ancho de las Galerías:**
  - El ancho útil de la galería debe permitir un espacio mínimo de 50 cm a cada lado del equipo más ancho que transite por ella (cargadores frontales, scoop, etc.).
- **Altura de las Labores:**
  - Considerar una altura mínima de 50 cm entre la parte más elevada de la cabina del equipo más alto y el techo de la labor subterránea.
- **Condiciones de Circulación:**
  - Realizar mantenimiento regular para garantizar que los caminos estén libres de obstáculos, acumulación de agua y polvo excesivo.

### iv. Señalización y Seguridad Vial

- **Señalización:**
  - Colocar señales de advertencia en zonas de peligro, curvas pronunciadas y pendientes.
  - Indicar las velocidades máximas permitidas, diseñadas según las condiciones del camino.
  - Señalizar claramente las zonas de cruzamiento.
- **Iluminación:**
  - Asegurar una iluminación adecuada en caminos subterráneos y zonas críticas en superficie.
- **Velocidades Máximas:**
  - Establecer y señalizar límites de velocidad según las características del camino y los vehículos.
- **Mantenimiento de los Caminos:**
  - Realizar inspecciones periódicas para garantizar el buen estado de la superficie del camino, drenajes y señalización.

## v. Formato de Presentación

### Tabla Resumen

Criterio	Especificación
Pendiente máxima	10%
Salidas de emergencia	Cada 200 metros en pendientes pronunciadas
Pretil de seguridad	Altura: 2/3 del diámetro de la rueda del vehículo más grande
Ancho de caminos subterráneos	50 cm libres a cada lado del equipo
Altura mínima de labores	50 cm desde la cabina al techo
Velocidad máxima permitida	Según diseño del camino y tipo de vehículo

### Diagramas y Esquemas

- **Esquema de un Camino en Fuerte Pendiente:**
  - Mostrar salidas de emergencia y pretils en curvas.
- **Diseño de una Galería Subterránea:**
  - Diagrama que ilustre el ancho útil requerido y la altura mínima para equipos mecanizados.

### Recomendaciones Finales

- Verificar periódicamente la efectividad de las medidas de seguridad implementadas.
- Asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales en diseño y señalización de caminos.
- Incorporar retroalimentación de los operadores para optimizar el diseño y mantenimiento de los caminos.

### Ejemplo de Resumen

- **Caminos de Superficie:** Pendiente máxima: 10%. Pretils de seguridad en bordes con barrancos, altura mínima de 2/3 del diámetro de la rueda. Salidas de emergencia cada 200 metros en pendientes pronunciadas.
- **Labores Subterráneas:** Ancho útil con 50 cm libres a cada lado del equipo. Altura mínima de 50 cm entre el techo de la labor y la cabina del equipo más alto.
- **Señalización:** Velocidades máximas indicadas y zonas de cruzamiento señalizadas.



UGTXIEIQ PCEIQPCNFGI GQNQI UC [ O KPGTUC

2024

[www.Sernageomin.cl](http://www.Sernageomin.cl)