UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA

EVALUACIÓN TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN POLVORÍN

Trabajo de Titulación para optar el Título de:

Técnico Universitario en MINERIA Y METALURGIA

Alumnos:

Ángelo Jonathan Gómez Gómez

Maria Jose Vera Donoso

Profesor guía:

Marcelo Rojas Vidal

Profesional Correferente:

Gonzalo Bravo Irarrázabal

2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a nuestras familias por su apoyo incondicional en todo este proceso universitario. Fueron pilar fundamental, bridando siempre las herramientas y esa motivación necesaria en los momentos difíciles.

En segundo lugar a todas esas personas que los colaboraron para realizar este trabajo de título, en especial a Ricardo Gómez por sus gestiones y entrega de los recurso indispensable para la recolección de información y elaboración. Al profesor guía Gonzalo bravo por acompañar y tener la disponibilidad al momento de plantear este proyecto, brindando todo su conocimiento y liderazgo. A Luis Retamanales Villar por el acompañamiento en la elaboración de este trabajo de título, entregando herramientas claves para el desarrollo.

Otro punto importante de agradecimiento va dirigida hacia la empresa minera La Polvareda quienes los entregaron la posibilidad de realizar esta trabajo de título, para realizar esta investigación. Quien los facilitaron sus instalaciones e información necesaria para desempeñar dicho trabajo de título. En especial a el gerente general Patricio Gatica y don Carlos calleja, administrador de la empresa,

Como último agradecimiento a los docentes de la universidad, Luis Gutiérrez y Marcelo Rojas por su apoyo, coloración y ayuda. A cada uno de nuestros compañeros que siempre estuvieron disponible ayudar con lo que fuera necesario y fueron parte importante en este proceso.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

Este estudio exploro las diversas legislación chilena vigente y tipologías de polvorines que existen en el ámbito de la minería, para esto aterrizamos nuestra indagación en la minera “La polvareda” ubicada en la cuarta región de Coquimbo, la cual no cuenta con un polvorín establecido y no tiene inscripción en la D.G.M.N, la finalidad de esta investigación es superar las problemáticas planteadas en donde en el primer capítulo se exponen un amplia gama de polvorines que pueden ser implementados bajo la normativa chilena vigente, entregando la información necesaria para una elección apropiada de acuerdo a los requerimientos de una minera, mientras en el segundo capítulo se puede encontrar toda la documentación e información requerida para la elaboración y legalización de un polvorín de acuerdo la normativa chilena vigente, buscando ser una guía para el lector y un aporte para esta minera., en el tercer capítulo se analizan y cuantifican la cantidad de explosivo requerido para la extracción de mineral de la minera, como también se plantea una opción viable para la implantación de un polvorín, bajo ciertos parámetros,

Es necesario profundizar este estudio en el ámbito minero ya que en la actualidad existen muchas faenas que presentan las mismas falencias del sujetó de estudio, por medio de este trabajo de título se logra exponer toda la información y procedimientos con el fin de poder implementar un polvorín para la minera La Polvareda de acuerdo a su necesidad.

ABSTRACT

This study explored the various Chilean legislation in force and types of powder kegs that exist in the field of mining, for this we landed our investigation in the mining company "La polvareda" located in the fourth region of Coquimbo, which doesn’t have an established powder keg and doesn’t have registration in the DGMN, the purpose of this research is to overcome the problems raised where in the first chapter a wide range of powder kegs are exposed that can be implemented under current Chilean regulations, providing the necessary information for an appropriate choice of agreement to the requirements of a mining company, while in the second chapter you can find all the documentation and information required for the preparation and legalization of a powder magazine in accordance with current Chilean regulations, seeking to be a guide for the reader and a contribution for this mining company. , in the third chapter the amount of explosive is analyzed and quantified required for the extraction of mineral from the mining company, as well as a viable option for the implantation of a powder keg, under certain parameters,

It is necessary to deepen this study in the mining field since currently there are many tasks that present the same shortcomings of the subject of study, through this title work it is possible to expose all the information and procedures in order to be able to implement a powder keg for the La Polvareda mining company according to their needs.

.

ÍNDICE DE CONTENIDO

EVALUACIÓN TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN POLVORÍN .....

AGRADECIMIENTOS .....

RESUMEN .....

ABSTRACT .....

ÍNDICE DE FIGURAS .....

ÍNDICE DE TABLAS .....

INTRODUCCIÓN 1

PROBLEMÁTICA 2

OBJETIVO GENERAL 4

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4

CAPÍTULO I: TIPOS DE POLVORINES, CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN 5

1 POLVORINES 6

1.1 POLVORINES MÓVILES **6**

1.2 POLVORINES PERMANENTES **8**

1.2.1 Polvorines subterráneos 8

1.2.2 Polvorines enterrados 10

1.2.3 Polvorines de superficie 12

1.2.3.1 Parapeto 15

1.2.3.2 Polvorín tipo container de superficie 15

1.2.3.2.1 Polvorines fijos tipo container 16

1.3 REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA UN POLVORÍN. **17**

1.3.1 Medidas de seguridad de los almacenes de explosivos 18

1.3.2 Medidas de seguridad del personal 19

1.3.3 Destrucciones del explosivo. 20

1.3.4 Mantenimiento de los polvorines 20

1.3.5 Acceso de los polvorines 20

1.3.6 Recepción 21

1.3.7 Almacenamiento 21

1.3.8 Despacho 22

1.3.9 Control 22

1.4 ANÁLISIS CAPITULO UNO **22**

CAPÍTULO I I: LEY DE ARMA Y EXPLOSIVOS 17.798 23

2.1 GENERALIDADES DE LA LEY 17.798 24
2.2 SUSTANCIAS Y ELEMENTOS QUE REGULA LA LEY DE ARMAS Y EXPLOSIVOS 24
2.3 ENTIDADES INVOLUCRADAS EN LA LEY DE ARMAS Y EXPLOSIVOS 25
2.3.1 DGMN 25
2.3.2 AF (O.S.11) 25
2.3.2.1 Funciones 25
2.3.3 IDIC 26
2.3.4 Sernageomin 27
2.4 CONSUMIDORES DE EXPLOSIVOS 27
2.4.1 Consumidores ocasionales 28
2.4.2 Consumidores habituales 28
2.5 INSCRIPCIÓN COMO CONSUMIDORES A HABITUALES ... 28
2.5.1 Solicitud de inscripción o renovación de polvorines, canchas de N.A, plantas de explosivos o camiones fábrica 29
2.5.2 Certificado de propiedad 30
2.5.2.1 Mensura de la faena minera 30
2.5.2.2 Escritura pública de la constitución de la sociedad 30
2.5.2.3 Patente municipal 31
2.5.2.4 Antecedentes personales 31
2.5.2.4.1 Cedula de identidad al día 31
2.5.2.4.2 Certificado de antecedentes con fines especiales 31
2.5.2.4.3 Licencia de manipulador de explosivos 32
2.5.3 Hoja de cálculos de distancia 32
2.5.4 Especificaciones del polvorín 32
2.5.5 Reglamento de seguridad sobre almacenamiento, transporte y manipulación de explosivos 33
2.5.6 Plano de planta y corte del polvorín 33
2.5.7 Certificado de departamento de obras de la municipalidad 33
2.5.8 Plano de ubicación del polvorín 34
2.7 DIAGRAMA DE DOCUMENTACIÓN 36
2.7.1 Informe sobre almacenes de explosivos, entregados por la A.F ... 36
2.7.2 El registro nacional de consumidores habituales de explosivos .. 37
2.8 COSTOS ASOCIADOS A LA DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA LA INSCRIPCIÓN DEL POLVORÍN Y CONSUMIDOR HABITUAL. 37

CAPÍTULO I I I: CUANTIFICACIÓN DE EXPLOSIVO REQUERIDO PARA PRODUCCIÓN MENSUAL Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD 39

3.1 GENERALIDADES 40

3.1.1 EXPLOSIVOS PRIMARIOS 40

3.1.2 EXPLOSIVOS SECUNDARIOS 41

3.2 DEFINICIONES DE LOS EXPLOSIVOS USADOS EN LA MINERA 41

3.2.1 ANFO (NORMAL) 41

3.2.1.1 Cálculo de cantidad de explosivos 41

3.2.2 Detonador fulminantes n°8 42

3.2.3 Emulsión 43

3.2.4 Mecha de seguridad 43

3.3 CUANTIFICACIÓN DE CONSUMO DE EXPLOSIVOS MENSUAL DE LA MINA LA POLVAREDA 44

3.3.1 Cantidad de explosivo por tiro 44

3.3.2 Cantidad de explosivo por 60 tiros diarios 44

3.3.3 Cantidad de explosivo mensual, trabajando 22 días 45

3.3.4 Cantidad de explosivos según su embalaje de producción 45

3.3.5 Cantidad de saco o cajas de explosivo, para producción mensual 46

3.4 CUANTIFICAR EL VOLUMEN DE ALMACENAJE CON RESPECTO A EXPLOSIVO REQUERIDO 46

3.5 VOLUMEN TOTAL POR EXPLOSIVO 47

3.6 DISTANCIA DE SEGURIDAD 47

3.6.1 Para el ANFO (a dinamita al 60%) 47

3.6.1.1 Distancia de seguridad polvorín con parapeto 48

3.6.1.2 Distancia de seguridad polvorín sin parapeto 48

3.6.1.3 Distancia a caminos públicos 48

3.6.1.4 Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto 49

3.6.1.5 Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto 49

3.6.1.6 Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado 49

3.6.1.7 Distancia a ferrocarriles 49

3.6.2 Para la emulsión a dinamita al 60% 50

3.6.2.1 Distancia de edificios con parapeto 50

3.6.2.2 Distancia de edificio sin parapeto 50

3.5.2.3 Distancia a caminos públicos 51

3.6.2.4 Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto 51
3.6.2.5 Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto 51
3.6.2.6 Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado 51
3.6.2.7 Distancia a ferrocarriles 52
3.6.3 Para la mecha de seguridad a la dinamita al 60% 52
3.6.3.1 Distancia de edificios con parapeto 52
3.6.3.2 Distancia de edificio sin parapeto 53
3.6.3.3 Distancia a caminos públicos 53
3.6.3.4 Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto 53
3.6.3.5 Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto 53
3.6.3.6 Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado 54
3.6.3.7 Distancia a ferrocarriles 54
3.6.4 Para el fulminante a la dinamita al 60% 54
3.6.4.1 Distancia de edificios con parapeto 55
3.6.4.2 Distancia de edificio sin parapeto 55
3.6.4.3 Distancia a caminos públicos 55
3.6.4.4 Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto 55
3.6.4.5 Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto 56
3.6.4.6 Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado 56
3.6.4.7 Distancia a ferrocarriles 56
3.7 PARÁMETROS Y VARIABLES PARA LA SELECCIÓN DE UN TIPO POLVORÍN 57
3.8 TIPOS DE CONTAINERS ADAPTABLES A ALMACENES DE EXPLOSIVOS SECUNDARIOS 58
3.8.1 Contenedores de carga seca 58
3.8.1.1 Contenedor de carga seca de 20 pies 59
3.8.1.1.1 Dimensiones exteriores sistema internacional 59
3.8.1.1.2 Dimensiones interiores sistema internacional 59
3.8.1.1.3 Capacidad volumétrica 59
3.8.1.2 Contenedor de carga seca de 40 pies 59
3.8.1.2.1 Dimensiones exteriores sistema internacional 59
3.8.1.2.2 Dimensiones interiores sistema internacional 59
3.8.1.2.3 Capacidad volumétrica 59

3.8.2 Contenedor techo abierto 59
3.8.2.1 Contenedor open top de 20 pies 60
3.8.2.1.1 Dimensiones exteriores sistema internacional 60
3.8.2.1.2 Dimensiones interiores sistema internacional 60
3.8.2.1.3 Capacidad volumétrica 60
3.8.2.2 Contenedor open top de 40 pies 60
3.8.2.2.1 Dimensiones externas sistema internacional 60
3.8.2.2.2 Dimensiones interiores sistema internacional 60
3.8.2.2.3 Capacidad volumétrica 60
3.9 ALMACEN PARA EXPLOSIVOS PRIMARIOS 61
3.9.1 Almacen tipo bóveda enterrado 61
3.10 COSTOS SOSIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS ALMACENES 62
3.10.1 Costos asociados al almacen de explosivos secundario 62
3.10.2 Costo asociado al almacen de explosivos primario 63
3.10.3 Costos asociados del exterior de los almacenes 64
3.11 RECOMENDACIONES PARA LA FAENA MINERA EN ESTUDIO 66
CONCLUSIÓN 68
RECOMENDACIONES 70
ANEXOS 71
LINKOGRAFÍA 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0. 1 La minera La Polvareda no está escrita como consumidores habituales de explosivo y tampoco cuenta con un almacén escrito. 3
Figura 1.1: Modelo de polvorín tipo móvil con características de dimensionamiento. 7
Figura 1.2: Polvorín móvil tipo container, y acondicionamiento del vehículo para su movilización en conjunto con sus señaléticas. 8
Figura 1.3: Polvorín subterráneo con sus señaléticas y fallada de este almacén. 8
Figura 1.4: Modelo de polvorín subterráneo, con características de dimensionamiento. 10
Figura 1.5: Polvorín enterrado con sus señaléticas y fallada delantera de este almacén. 10
Figura 1.6: Modelo de polvorín tipo enterrado con características de dimensionamiento 12
Figura 1.7: Acondicionamiento externo de un polvorín de superficie. 12

Figura 1.8: Modelo de polvorín tipo superficie con características de dimensionamiento. . 14

Figura 1.9: Polvorín de superficie con parapeto. 15

Figura 1.10: Almacén de explosivos tipo container, con señaléticas y perímetro demarcado. 17

Figura 1.11: Control de la A.F en terreno. 18

Figura 2.1: Logo corporativo Dirección General de Movilización Nacional. 25

Figura 2.2: Logo corporativo Autoridad fiscalizadora. 25

Figura 2.3: Logo corporativo Investigaciones y Control del Ejército. 27

Figura 2.4: Logo corporativo Sernageomin. 27

Figura 2.5: Formulario que se debe rellenar y entregan en conjunto que la más documentación requerida. (Chile atiende). 29

Figura 2.6: Se da por entendido que la minera la polvareda cuenta con su mensura. 30

Figura 2.7: Cédula de identidad que cada chileno debe tener al día, sacado en el registro civil. 31

Figura 2.8: El representante de la minera no debe costar con ningún antecedente penal en su certificado, mostrando una conducta intachable ante las autoridades. 31

Figura 2.9: Fotocopia de una licencia de explosivo del dueño de la faena. 32

Figura 2.10 Encerrado con un rectángulo el perímetro de la faena minera y marcada con una cruz la localidad de la faena. 34

Figura 2.11: Diagrama de flujo de documentación. 35

Figura 3.1: Entrada de la segunda labor. 40

Figura 3.2: La envoltura del Anfo. (Enaex,) 42

Figura 3.3: La envoltura los fulminantes. 43

Figura 3.4: La forma de empaque de emulsión. (Enaex) 43

Figura 3.5: La envoltura de la mecha de seguridad. 44

Figura 3.6: Estructura de contenedor. 59

Figura 3.7: Estructura del contenedor 60

Figura 3.8: Polvorín enterrado tipo bóveda 61

Figura 3.9: Vista panorámica aérea de la faena minera la polvareda, con posibles ubicaciones de los almacenes de explosivos. 67

Figura 4.1: Vista panorámica aérea de la faena minera la polvareda 71

Figura 4.2: Ubicación de la minera con localidad más cercana 71

Figura 4.3: Distancia entre la faena minera y la Universidad Federico Santa Maria sede de Viña del Mar 71

Figura 4.4: Ubicación de Carabineros 4ta Comisaria - O'Higgins 189, Illapel, Coquimbo 72

Figura 4.5: Distancia de la faena minera con la Autoridad Fiscalizadora más cercana 72

Figura 4.6: Bosquejo de contenedores de explosivos primarios y secundarios..... 73

Figura 4.7: Bosquejo de contenedores con distancia de seguridad y medidas de seguridad 73

Figura 4.8: Bosquejo del plano total de explosivos con medidas de seguridad 74

Figura 4.9: Ficha de inscripción de consumidor habitual documentó requerido para la inscripción de un polvorín 74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1: costos asociados a la documentación..... 38

Tabla N° 3.1 Cantidad de explosivo por tiro..... 44

Tabla N° 3.2 Cantidad de explosivos por 60 tiros diario. 44

Tabla N° 3.3 Cantidad de explosivo mensual, trabajando 22 días. 45

Tabla N° 3.4 Cantidad de explosivos según se embalaje. 45

Tabla N° 3.5 Cantidad de sacos o cajas de explosivos para la producción mensual..... 46

Tabla N° 3.6 Cuantificar volumen de almacenaje respecto a explosivos requerido para la faena..... 46

Tabla N° 3.7 Determinar el volumen utilizado por cada explosivo requerido para la producción 47

Tabla N°3.8 Relación distancia de seguridad del ANFO 57

Tabla N°3.9 Costos de implementación de almacen secundario..... 62

Tabla N°3.10 Costos de implementación de almacen primario 63

Tabla N°3.11 Implementación del exterior de los almacenes. 64

INTRODUCCIÓN

Chile es un país con una amplia industria en el área de la minería. Una de las principales etapas de extracción, es la tronadura o voladura que consiste en ¨la fragmentación instantánea que se produce en la roca, por efecto de la detonación de explosivos depositados en su interior¨ (Minmineria, 2018), esto es necesario para remover el macizo rocoso del lugar de faena, para esta labor es necesario utilizar explosivos.

En una faena minera es necesario mantener explosivos de acuerdo a la necesidad de producción, el lugar donde se almacena la materia prima de los agentes y elementos de voladura, se denominan Polvorines, entendiéndose lo siguiente ¨Se trata de recintos o lugares físicos que almacenan explosivos y sus accesorios¨ (Sernageomin, 2013).

Nuestro país tiene establecido leyes e identidades gubernamentales encargadas de controlar y fiscalizar tales como la autoridad fiscalizadora , que es una organización de la institución de Carabineros de Chile , que es la encargada de fiscalizar, otorgar permisos y controlar entre otras facultades. Otra organización es la Dirección General de Movilización Nacional, que se encarga de dar las aprobaciones de proyectos y permisos.

De este modo, en este trabajo de título, indagaremos los trámites y los procesos de cómo realizar una inscripción y legalización de un almacén de explosivos para la minera La Polvareda. Esta pequeña minera está ubicada en Los Rulos, Canela alta, región de Coquimbo y se focaliza en dos recintos de extracción de mineral.

Por su parte las mineras y su extracción de mineral en relación a la producción estimada, van dependiendo las cantidades de explosivos utilizadas para la producción, en base a esto se podrían determinar un ¨polvorín¨ apropiado para la minera La Polvareda.

PROBLEMÁTICA

La minera La Polvareda ubicada en la región de Coquimbo, provincia del Choapa, comuna de Canela, localidad Los Rulos con las coordenadas geográficas S 31°11’36,4’’ WO 71°14’11,7’’. Propiedad de señor Patricio Javier Gatica Rossi, y administrada por el señor Carlos Callejas Echeverría.

La faena cuenta con el trabajo activo de dos puntos de explotación, haciendo un total de 2.800 toneladas mensuales donde 2.000 corresponde a óxidos y 800 a sulfuros, donde sus principales minerales de mena son Crisocola, Calcopirita, Bornita. Obteniendo una ley media de 2,2%.

Para obtener esta producción mensual es necesario remover el macizo rocoso mediante explosivos, para obtener dicha sustancia es necesario estar registrado en la Dirección General de Movilización Nacional como consumidores habituales de explosivos y polvorín autorizado para el lugar de faena. Estos requerimientos están controlado por la autoridad fiscalizadora a cargo del OS11 de Carabineros de Chile, correspondiente a la jurisdicción del lugar como lo indica la ley de explosivos 17.798.

De este modo si este pensamiento lo aplicamos a la minera, esta no cuenta con un polvorín autorizado ni elaborado, como tampoco está inscrita como consumidores habituales de explosivos, en la DGMN (Dirección General de Movilización Nacional). (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 212, 2007).

También se verifico que por parte de la Autoridad fiscalizadora (AF) de Viña del mar ubicada en 2 Norte n°313, a cargo del Sargento primero el señor Pablo Antonio Carvajal Medina, verificó en el sistema de uso de explosivos e ingresó el Rut de la empresa minera, arrojando que esta empresa no está inscrita en ninguna base de registro en el sistema de la Autoridad fiscalizadora (AF) y en la Dirección General de Movilización Nacional (DGMN).

Por ende la propiedad minera no está inscrita como consumido habitual de explosivo, como tampoco cuenta con un almacén inscrito ni regularizado. Ver en la figura 0.1.

Cabe mencionar que totas las faena minera requieren contar con un almacen de explosivos regularizado para su producción, al no contar con esta se arriesgan a recibir sanciones que van desde multas e infracciones, hasta cierre de la faena minera, como también si es sorprendido utilizando explosivos de manera irregular, el personal arriesga delitos sancionados por la ley de Armas y Explosivos 17.798.

Cabe mencionar que las fiscalizaciones son estrictas bajo la normativa chilena vigente, las personas que porten y manipulen explosivos sin permiso, serán condenados a presidio que varían desde 541 días hasta 10 años.

(Biblioteca del congreso nacional de Chile, 2019).

Para la pequeña minería es un gran riesgo no contar con la información y procedimientos requeridos, ya que se arriesgan a altas sanciones, afectando la producción y pérdida de tiempo en la buscando la documentación e identidades involucradas.

Figura 0. 1 La minera La Polvareda no está escrita como consumidores habituales de explosivo y tampoco cuenta con un almacén escrito.

.Fuente: Dirección General de Movilización Nacional de Viña del Mar, Sargento primero el señor Pablo Antonio Carvajal Medina

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar un tipo de polvorín requerido, según cantidad de explosivos y requisitos que la ley de armas y explosivos 17.798, con la finalidad de dar cumplimiento a las Normas Nacionales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diferenciar los tipos de polvorines según requerimientos técnicos, para su implementación en el lugar de faena.
- Determinar la documentación requerida para la implementación de un tipo de polvorín según la ley 17.798, para la minera La Polvareda.
- Cuantificar la cantidad de explosivo total, según el requerimiento de producción mensual de minera La Polvareda, para la obtención de las dimensiones de un polvorín.

CAPÍTULO I: TIPOS DE POLVORINES, CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN

1 POLVORINES

Las faenas mineras de Chile, que requiera todo tipo de productos explosivos y accesorios necesarios para su producción, necesitan una instalación acondicionada y adecuada, para el almacenamiento, apilamiento y acomodamiento de sustancias primas, las cuales deben estar en un lugar permitido y con un estudio del territorio para su localización.

De este modo una minera puede tener una o más instalaciones de almacenamiento de explosivo, a estas instalaciones se les denominan polvorines "Que son el lugar donde se almacenan todo tipo de explosivos, primarios y secundarios por separado, la construcción e instalación de estos dependen de las condiciones del terreno y de la faena". (Sernageomin, 2013).

Para la construcción de almacenes explosivos se debe seleccionar terreno de fácil acceso, firmes, y secos, no expuestos a inundaciones y despejado de pasto y matorrales en un radio no inferior a 25 metros según lo establecido por la ley 17.798, (Ley de arma y explosivos, Artículo 237, 2007). No obstante Sernageomin establece que ¨los alrededores del almacén deberán estar libres de materiales combustibles en un radio de 50 metros¨, (Sernageomin, 2013).

Según la clasificación de polvorines estos pueden ser fijos o móviles, estos cumplirán la finalidad de almacenar los explosivos requeridos por la minera, estas instalaciones constan de una serie de medidas de seguridad para la protección de las infraestructuras y del personal, todo esto se encuentra especificado dentro de la ley de Armas y Explosivos 17.798 y en el reglamento complementario. Así pues, los polvorines se subdividen y clasifican en 4 tipos de almacenes según sus condiciones:

1.1 POLVORINES MÓVILES

Son "Aquellos polvorines que pueden ser trasladados de un lugar a otro sobre vehículos de transporte, usado principalmente en la pequeña minería" (Sernageomin, 2013), ya que se pueden usar como polvorines de superficie móviles, por lo cual facilita el uso de explosivos a medida del avance de las faenas. Las características y modelos de este tipo de polvorín serán estipulados por la DGMN, la cual otorga una vigencia de 2 meses para ser transportado de un lugar a otro, utilizándolo como almacén, pero no obstante la entidad encargada de verificar que las instalaciones y que cumplan con los 2 meses de permanencias en un lugar es de la AF, correspondiente de la jurisdicción, la cual debe controlar y hacer cumplir este plazo. En el caso de que requieran mayor tiempo deberá solicitar una ampliación del plazo a la AF.

Al momento de ser usado, es necesario contar con 2 cajas similares (como lo ilustra la figura 1.1), cumpliendo con una serie de características:

- Ambas cajas metálicas deben ser construidas de planchas de acero con un espesor mínimo de 1,6 milímetros, con las siguientes dimensiones 150 centímetros de largo por 60 centímetros de ancho y 60 centímetros de alto.
- En su interior debe estar reforzada con algún material aislante (goma y madera).y protegida de la oxidación por pintura antioxidante.
- La caja usada para trasladar los explosivos y accesorios, debe contar con dos manillas laterales, contar con orificios de ventilación en sus paredes laterales.
- La caja utilizada para trasportar los detonadores deberá contar con una manilla en la tapa, además orificios de ventilación en las paredes laterales.
- Ambas cajas deben contar con medidas de seguridad tales como cerraduras, señalización correspondiente. El explosivo almacenado dentro de ella, no debe ocupar más del 50 % del volumen útil de cada caja, al momento de encontrarse en la faena estas deben quedar instaladas en socavones distintos y a una distancia de seguridad entre ellas, no menor a 9,5metros. Por lo contrario cuando el terreno no permita construir socavones estas podrán guardarse en materiales sólidos, cercados con mallas de alambre, o en container autorizados, no obstante debe cumplir con las distancias de seguridad.
- Las cajas pueden contener en su interior una capacidad máxima de 30 kilos de dinamita al 60% de explosivos.

  (Ley de arma y explosivos, Artículo 213 y 234, 2007) (Sernageomin, 2013).

Los polvorines móviles deben cumplir con todo lo estipulado en las normas y legislaciones actuales, por el contrario, si el polvorín a inscribir o validar no cumple con estas medidas, el usuario no podrá realizar dicho trámite.

Figura 1.1: Modelo de polvorín tipo móvil con características de dimensionamiento.

Fuente: Sernageomin, 2013.

Los polvorines móviles tipo container, son “Aquellos usados para el transporte de explosivos desde un lugar a otro sobre vehículos, siempre y cuando no se requiera almacenaje por un tiempo prolongado, no más de 120 días” (Ley de arma y explosivos, Artículo 233 (d), 2007). Pudiendo tener una renovación del plazo de 90 días, otorgada por una única vez, si sobre pasa este tiempo estipulado, se debe instalar un polvorín permanente.

Figura 1.2: Polvorín móvil tipo container, y acondicionamiento del vehículo para su movilización en conjunto con sus señaléticas.

Fuente: polvorín móvil, sernageomin zona sur.

1.2 POLVORINES PERMANENTES

1.2.1 Polvorines subterráneos

Estos polvorines son “Aquellos que se construyen en galerías o túneles en el interior de una mina, tienen comunicación con otras galerías de la misma mina, por lo general se utilizan para el almacenamiento temporal de explosivos” (Ley de arma y explosivos, Artículo 233 (b), 2007), en caso que se vea la necesidad de cambiar la localización de estos almacenes, La AF correspondiente debe autorizar el cambio y habilitación del nuevo almacén previamente solicitada.

Figura 1.3: Polvorín subterráneo con sus señaléticas y fallada de este almacén.

Fuente: polvorín subterráneo, NTR Zacatecas.

La zona de labor subterránea destinada a almacén de explosivos y la galería de acceso, debe presentar una completa garantía de seguridad contra derrumbes y deslizamiento con una roca competente.

Por lo tanto el yacimiento debe tener ductos de ventilación que permitan la normal circulación del aire u otro sistema adecuado de renovación ambiental a través de ventilación artificial si es requerida como las siguientes:

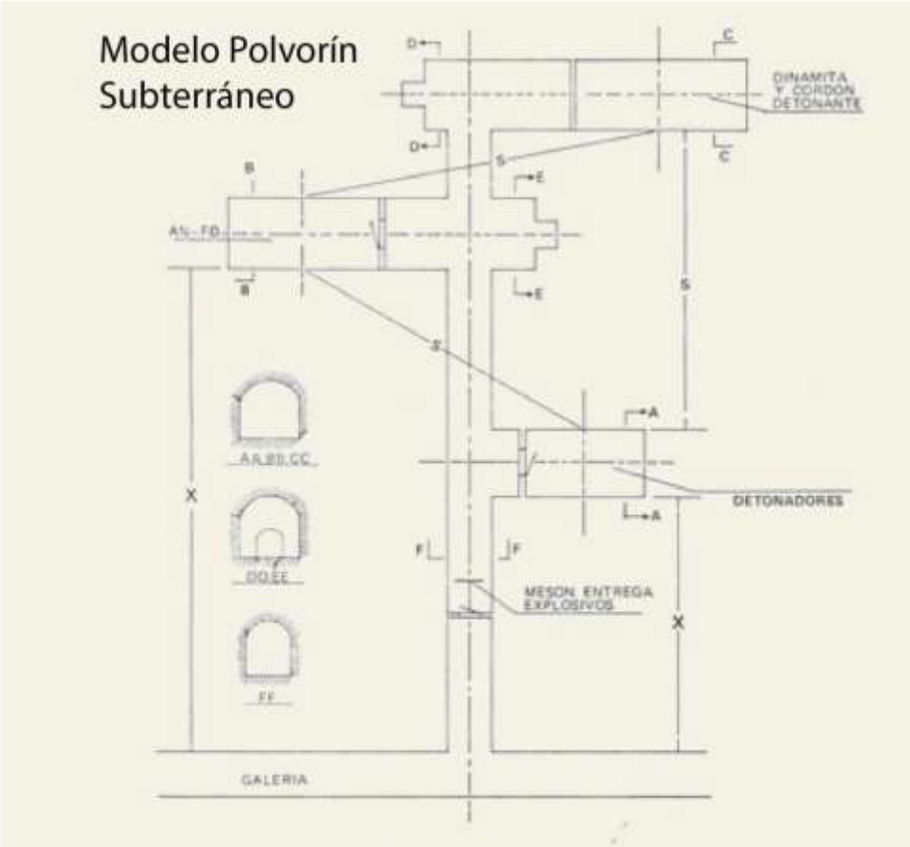
- La instalación de alumbrado debe ir por el exterior del almacén, proyectándose la luz desde afuera hacia el interior de forma natural, si se requiere interruptores se ubican fuera del almacén. Se podrán excluir estas exigencias si se utilizan lámparas de seguridad contra llamas, una instalación blindada o linternas especiales para el tipo de faena.

- En la entrada por la parte exterior, se coloca en el suelo una plancha metálica conectada a tierra, debiendo toda persona que entre al almacén pisarla, para descargar la electricidad estática que pueda tener acumulada en su cuerpo. Alternativamente se puede instalar una barra metálica, que cumpla la misma función al estar en contacto. Se recomienda en las zonas con frecuentes tormentas eléctricas la instalación de pararrayos.

- Si la cantidad de explosivos supera los 100 kilogramos equivalente a la dinamita al 60%, deberá tener una excavación frente al almacén, que cumpla con la función de contención de onda expansiva y gases en caso de explosión, cuyas dimensiones devén ser similares a las del almacén.

- Para los almacenes con una capacidad menor a los 200 kilogramos de explosivo equivalente a la dinamita el 60%, se establecerán otras características de construcción autorizadas por la DGMN, este procedimiento se aplicara en casos especiales dependiendo de la solicitud del interesado.
  (Ley de arma y explosivos, Artículo238 y 239, 2007)

Figura 1.4: Modelo de polvorín subterráneo, con características de dimensionamiento.



Fuente: Sernagiomin, 2013.

1.2.2 Polvorines enterrados

Los polvorines enterrados son “Aquellos almacenes de explosivos construidos e instalados en socavones o galerías sin comunicación con otras labores en actividad dentro de la faena, como también puede estar instalada y construida en forma de bóveda cubierta de tierra, con una techumbre adecuadamente soportable para este”. (Ley de Armas y Explosivos, Artículo 233 (c), 2007), ver figura N°1.5.

Figura 1.5: Polvorín enterrado con sus señaléticas y fallada delantera de este almacén.

Fuente: polvorín enterrado, Sernageomin.

- La zona de labor subterránea destinada a almacén de explosivos y la galería de acceso, debe presentar una completa garantía de seguridad contra derrumbes y deslizamiento con una roca competente.

- Debe tener ductos de ventilación que permitan la normal circulación del aire u otro sistema adecuado de renovación ambiental a través de ventilación artificial si es requerida.

- La instalación de alumbrado debe ir por el exterior del almacén, proyectándose la luz desde afuera hacia el interior de forma natural, si se requiere interruptores se ubican fuera del almacén. Se podrán excluir estas exigencias si se utilizan lámparas de seguridad contra llamas, una instalación blindada o linternas especiales para el tipo de faena.

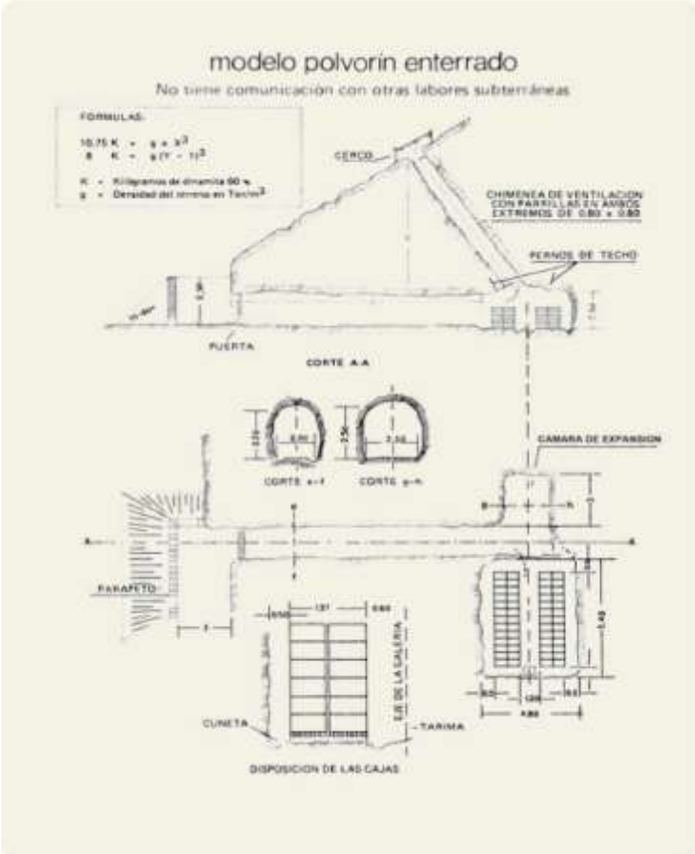
- En la entrada por la parte exterior, se coloca en el suelo una plancha metálica conectada a tierra, debiendo toda persona que entre al almacén pisarla, para descargar la electricidad estática que pueda tener acumulada en su cuerpo. Alternativamente se puede instalar una barra metálica, que cumpla la misma función al estar en contacto. Se recomienda en las zonas con frecuentes tormentas eléctricas la instalación de pararrayos.

- Se realizara en un acodamiento o excavación, en ángulo recto a la galería de acceso, y a una distancia determinada de la entrada de socavo, y como también de otros almacenes, por los contrario si el almacén es superior a los 100 kilogramos, equivalente a la dinamita al 60 %, se deberá realizar una excavación frente al acomodamiento, que cumplirá con la función de disminuir una onda expansiva en caso de explosión, cuya excavación deberá contar con un mínimo con 3 metros de largo, pero las mimas dimensiones del almacén.

- Se deberá construir un parapeto (construido de arena o tierra), frente la entrada del almacén con el fin de disminuir los efectos en caso de una explosión, si la cantidad de explosivos almacenados supera los 200 kilogramos.

- Para los almacenes con una capacidad menor a los 200 kilogramos de explosivo equivalente a la dinamita el 60%, se establecerán otras características de construcción autorizadas por la DGMN, este procedimiento se aplicara en casos especiales dependiendo de la solicitud del interesado. (Ley de arma y explosivos, Artículo 239, 2007)

Figura 1.6: Modelo de polvorín tipo enterrado con características de dimensionamiento

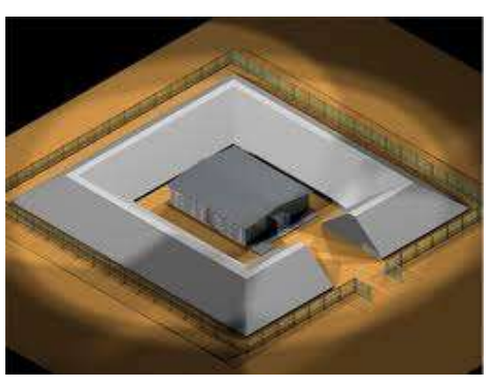


Fuente: Sernagiomin, 2013.

1.2.3 Polvorines de superficie

Los polvorines de superficie son “Aquellos construidos sobre el nivel del terreno y sus capaces y características variaran de acuerdo a las necesidades del usuario” (Ley de arma y explosivos, Artículo 239 (a), 2007), este debe cumplir con las siguientes exigencias generales:

Figura 1.7: Acondicionamiento externo de un polvorín de superficie.



Fuente: Sernageomin, 2018.

- Su construcción debe contar con un piso, con muros laterales sólidos, que pueden ser de cemento, fierro, hormigón, ladrillos, etc.; que cumpla con la función de resistir a una eventual explosión.
- Las paredes interiores y los pisos deben ser lisos, excitando la acumulación de elementos explosivos y acumulación de tierra. Para acumular los explosivos es necesario instalar tarimas de madera con una altura mínima de 20 centímetros, para aislar los explosivos de la humedad.

- Con un techo ligero, no obstante con buena infraestructura, que en caso de explosión que la fuerza de onda expansiva, sea liberada vertical mente evitando daños colaterales, en caso de la utilización de clavos para la construcción deberán ser con un revestimiento de material aislante y en lo posible no ferrosos.

- En la entrada por la parte exterior, se coloca en el suelo una plancha metálica conectada a tierra, debiendo toda persona que entre al almacén pisarla, para descargar la electricidad estática que pueda tener acumulada en su cuerpo. Alternativamente se puede instalar una barra metálica, que cumpla la misma función al estar en contacto, todo elemento solido dentro de este debe estar conectado a tierra.

- El almacén debe contar con un sistema de alarma que permita detectar y anunciar cualquier situación de peligro y con elemento que permitan controlar principios de incendios.

- La instalación de alumbrado debe ir por el exterior del almacén, proyectándose la luz desde afuera hacia el interior de forma natural, si se requiere interruptores se ubican fuera del almacén. Se podrán excluir estas exigencias si se utilizan lámparas de seguridad contra llamas, una instalación blindada o linternas especiales para el tipo de faena. Y se recomienda en las zonas con frecuentes tormentas eléctricas la instalación de pararrayos con una distancia prudente de dichos almacenes.

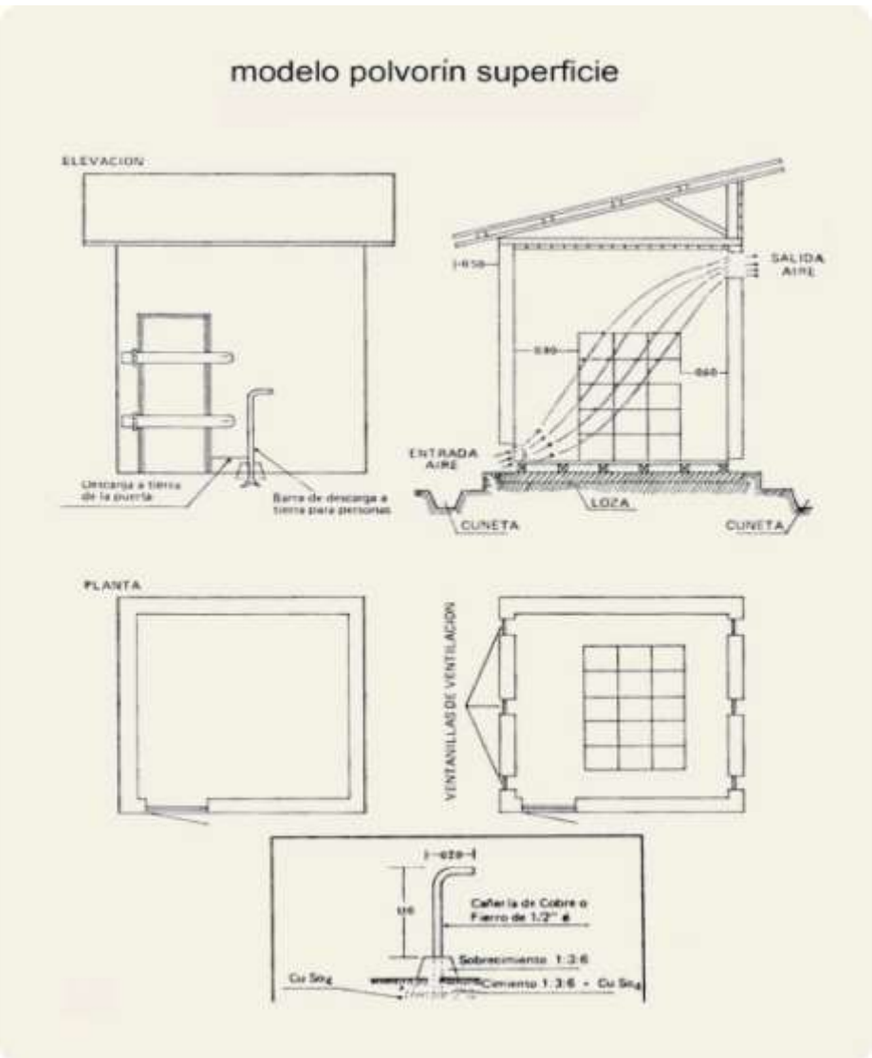
- En la entrada por la parte exterior, se coloca en el suelo una plancha metálica conectada a tierra, debiendo toda persona que entre al almacén pisarla, para descargar la electricidad estática que pueda tener acumulada en su cuerpo. Alternativamente se puede instalar una barra metálica, que cumpla la misma función al estar en contacto.

- Contar con ventanillas o ductos de ventilación, ubicados en paredes opuestas ya distintos niveles. La boca de las ventanillas se protege con una rejilla o plancha metálica perforada.

- En caso de tener parapetos, éstos se ubican a una distancia mínima de 3 metros del muro exterior del almacén y máximo de 10 metros. Si el terreno es ondulado, dichas ondulaciones pueden servir como parapeto natural, en caso de ser artificial, el parapeto deberá ser de arena apisonada o tierra, con una altura mínima, igual al almacén de explosivos. Los parapetos son utilizados para limitar los efectos de una eventual explosión.
- En caso de que el almacén de explosivo cuente con más de 10 toneladas de explosivos, la AF correspondiente a la zona jurisdiccional, deberá informar a las autoridades de control aéreo para establecer una altura mínima de vuelo sobre el área.

(Ley de arma y explosivos, Artículo 238, 2007)

Figura 1.8: Modelo de polvorín tipo superficie con características de dimensionamiento.

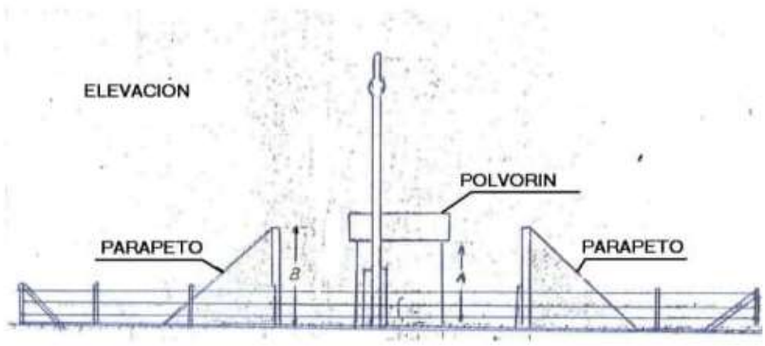


Fuente: Sernageomin, 2013.

1.2.3.1 Parapeto

Los polvorines de superficie deben tener un parapeto para contener la onda expansiva en caso de algún siniestro inesperado en los explosivos, provocando que la liberación de energía sea hacia arriba, evitando a mayores daño a su alrededor. Se puede ser usado las imperfecciones geológicas del terreno o de tierra apisonada para esto, deben tener una altura mínima igual a la de los muros del almacen, con una pendiente de 23° a 60° medidos desde el suelo, por su parte interior y exterior, estos se deben construir a una distancia mínima de 3 metros del exterior del almacen. (Sonami, 2006)

Figura 1.9: Polvorín de superficie con parapeto.



Fuente: Sonami, 2006.

1.2.3.2 Polvorín tipo container de superficie

Generalidades

Los polvorines tipo container son ¨aquellas instalaciones acondicionadas para el almacenamientos de explosivos, donde se utiliza un Recipiente metálico grande y dimensiones normalizados internacionalmente, sus dimensiones son de 3 a 10 metros de largo por 2 a 3 metros de ancho y con una altura que varía desde los 2 a 2,6 metros¨.(Ministerio de Defensa Nacional, 2011)

Para este tipo de almacenes se dictó una resolución el 16 junio del 2011, con la necesidad de emitir un decreto que normen las materias relacionadas con el almacenaje de explosivos, en instalaciones tipo container. Quedando bajo la regularización de la DGMN y control de la AF.

Estos almacenes deben cumplir con todo el reglamento complementario de la ley 17.198, referente a los almacenes de superficie y las de carácter general, en cuanto a distancia de seguridad.

1.2.3.2.1 Polvorines fijos tipo container

Los polvorines fijos tipo container son ¨aquellas instalaciones para almacenaje de explosivos, de carácter permanente, pueden ser de superficie subterráneo y enterrados, para su implementación deben cumplir con lo dispuesto en la reglamentación¨ (Ministerio de defensa nacional, 2011), tales como.

- Las dimensiones del almacén pueden variar según su requerimiento de almacenaje pero se establecieron ciertos parámetros, largo de 3 a 10 metros, ancho de 2 a 3 metros, alto de 2 a 2,6 metros.
- Debía contener perfiles metálicos en todas sus aristas de resistencia, de acuerdo con las dimensiones del almacén.
- Las pareces deben ser de plancha de acero acanaladas de un espesor de 12 milímetros, y el techo con 1 milímetro de espesor.
- Las paredes deberán estar forradas por su interior con madera con un mínimo de espesor de 10 milímetros, se puede utilizar masisa o algún material similar, sobre un listoneado dejar una separación de mínimo de 30 milímetros, entre este forro y la parel metálica.
- En piso debe contener una tabla machihembrada de 1 pulgada, sellada para evitar acumulación de explosivos en ranuras, se debe considerar un conjunto de vigas lo suficiente para resistir el peso de los explosivos.
- El techo debe estar construido de aislante térmico de polietileno expandido de 2,5 milímetros o de otro material similar, este techo debe permitir aislar el calor dependiendo su ubicación, en la zona norte se requiere el techo de un agua, y para la zona sur de dos aguas permitiendo que escurra el agua lluvia.
- Las pareces largas de la estructura deberán ir respiradores de 0,1 metros cuadrados, estos deben ir cada 2 metros, los cuales deben ser protegidos con mallas y con corta goteras, estos ductos de ventilación deben estar ubicados a distintos niveles a lo
- largo de la pared, permitiendo una ventilación uniforme como también deben estar ubicados a una distancia de 0.20 a 0.30 del piso o del techo respectivamente.
- Debe contar con una seguridad contra robo, en puertas y chapas.
- El almacén debe estar pintado con pintura anti corrosiva.
- Si el almacén tiene parapetos de tierra, este debe ser de la misma altura de dicho almacén, en todo su contorno.
- Al momento de instalarlo en el lugar de faena, debe realizarse sobre un terreno lo suficientemente resistente, debe ser instalado sobre un soporte de concreto, para que favorezca y se produzca ventilación, permitiendo la aislación del suelo.
- Para el trasporte de este tipo de almacenes se requiere que se encuentre vacío.

- El almacenaje debe realizarse de forma manual evitando el uso de equipos motorizados dentro del almacén.

- Es de vital importancia mantener un orden dentro del almacén, para lo que se requiere las siguientes separaciones internas de acopio, el explosivo debe quedar al menos a 0,60 metros del techo, para circular dentro del almacén se requiere una separación de 0,80 metros y a lo menos dos paredes adyacentes, incluyendo la de la puerta, a las otras dos paredes adyacentes 0,20 metros usadas para ventilación. La distancia de considerarse entre en explosivo y la pared que tenga la entrada de aire, es decir las ventanillas de ventilación interiores.

(Ministerio de defensa nacional, 2011)

Figura 1.10: Almacén de explosivos tipo container, con señaléticas y perímetro demarcado.

Fuente: polvorín container, sernageomin.

1.3 REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA UN POLVORÍN.

Los parámetros de seguridad que abarcan a las personas y equipos que estarán en contacto con el almacén, el medio donde se ubica en almacén. Y en base a este se genera un reglamento de seguridad, la cual es una ¨resolución que autoriza el transporte, uso y manejo de los explosivos en el interior de una faena minera, esta resolución es otorgada por el Sernageomin¨. (Sernageomin, 2013)

Esta resolución permite obtener una autorización para la manipulación de explosivos, tanto el transporte, uso y manejo, dentro de una faena minera.

Figura 1.11: Control de la A.F en terreno.

Fuente: autoridad fiscalizadora realizando una fiscalización, Sernageomin.

1.3.1 Medidas de seguridad de los almacenes de explosivos

- Los polvorines deben permanecer cerrados y vigilados por personal idóneo, la personas que trabajen en la faena deben tener un permiso especial, otorgado por la autoridad fiscalizadora, a la que sólo tendrán acceso quienes trabajen en la operación de ingreso o egreso de explosivos
- La persona responsable (manipulador de explosivos) debe llevar un libro de asistencia, previamente revisado y aprobado por la autoridad fiscalizadora, donde anotará la recepción, entrega y devolución de explosivos diariamente.
- Los almacenes deberán estar cercados en un radio de 25 metros, por una cerca o malla de alambre, con una altura mínima de 2 metros 40 centímetros, con medidas de seguridad, como puertas y candados, las llaves de este se mantendrán a cargo del personal de seguridad.
- En el exterior del almacén se deberá contar con extintores para controlar los amagos de incendio, por ningún motivo se tratará de combatir incendios ya declarados, para este caso soló se debe dar alarma a todo el personal involucrado en su alrededor, trasladándose a una zona segura.
- Para el almacenaje del explosivo en el interior del almacén, las pilas no excederán las 10 cajas de altura, se deberá respetar la separación de 0,60 metros del techo, evitando la deformación de las cajas que se encuentran en la zona inferior, se debe dejar 1 metro de separación entre las pilas, permita facilitar el desplazamiento del personal en el interior, además se debe considerar la distancia de las pilas hacia las paredes, que debe ser de 0,80 metros.
- No se deben almacenar dentro del mismo almacén los iniciadores y explosivos.

- En el interior del almacén no se deberá mantener explosivos, cuyos envases presenten manchas aceitosas o escurrimiento de líquido, así como también aquellos explosivos que presenten signos de descomposición.
- Nunca se debe utilizar combustible o algún líquido inflamable para el aseo del almacén.

(Ley de arma y explosivos, Artículos 253, 254, 255, 256 y 257, 2007)

1.3.2 Medidas de seguridad del personal

- En ningún momento una persona debe hacer ingreso al almacén solo, pero no podrán permanecer más de 5 personas dentro de este.
- El personar que realice ingreso al almacén deberá contar con la vestimenta correspondiente, y deben ser manipuladores autorizados.
- Antes del ingreso al almacén, cada persona deberá descargar su corriente estática, tanto como el la placa estática, como en la barra de cobre.
- Nunca el personal debe dar ingreso, con algún tipo de material que genere chispa dentro del almacén, tales como fósforos, encendedores, teléfonos, radio trasmisores, entre otros.
- No se usára calefactor o fumar, al menos por un radio de 15 metros del almacén.
- Sólo se tiene que ingresar y utilizar lámparas de seguridad minera.
- En el interior del almacén sólo se deberá utilizar las herramientas necesarias para el trabajo, las que deberán ser de lateral no ferroso. No se debe utilizar tubos de oxígeno, hidrogeno, acetileno, gas, etc. O cualquier otro elemento capaz de producir una explosión, tanto en el interior, como en un radio de 50 metros alrededor del almacén.
- Dentro del almacén no se tiene que guardar ningún elemento ajeno al almacén, tales como ropa, útiles de trabajo, entre otros.
- En el interior del polvorín no se debe abrir los embalajes de los explosivos, solo se debe realizar en el lugar de tronadura.
- Nunca se deberá trasportar explosivos sueltos, tanto como en los bolsillos y en las manos.
- El personal nunca tiene que preparar dentro del almacén los tiros que se utilizaran en la faena.

(Ley de arma y explosivos, Artículos 258, 259 y 260, 2007)

1.3.3 Destrucciones del explosivo.

- Todo explosivo que por congelación, exudación, descomposición, pérdida de sus estabilizantes o que por cualquier otro motivo aumente su sensibilidad debe ser destruido por un manipulador de explosivo de la empresa. Esta destrucción debe estar autorizada y controlada por la autoridad fiscalizadora, dejando constancia en un acta.

  La destrucción de los explosivos se debe realizar por combustión, explosión o detonación provocada y controlada, esta debe ser realizada por un manipulador de explosivo.
- Los explosivos que deben ser destruidos por fuego, se realizan en lugares abiertos, dichos explosivos se les debe retirar su envoltura para ser quemados, además tomando las medidas de seguridad pertinentes.
- Los embalajes y envoltorios deben ser retirados y destruidos por el fuego, en un lugar apartado del almacén.
- Para los explosivos detonadores se deben tomar las medidas de seguridad pertinentes, evitando algún daño de todo su alrededor. En cuanto a los detonadores a través de mecha, se debe considerar la extensión y velocidad de transmisión, para la protección del personal.
- La destrucción de los explosivos naturalmente sensibles como fulminantes o detonadores, se deben recubrir con arena u otro material similar y detonarlos por medio de detonadores no eléctricos o de mecha.

(Ley de arma y explosivos, Capitulo VIII, 2007)

1.3.4 Mantenimiento de los polvorines

- Los alrededores del lugar del almacenamiento deben mantenerse limpios de material combustible en un radio de a lo menos a 50 metros.
- Se inspeccionaran contantemente los extintores, baldes de arena o pulverizadores de agua ubicados en la parte exterior, para mantenerlo en óptimas condiciones.
- Los polvorines deben permanecer aseados, evitando derrames de explosivos dentro de él.
- Todo envase utilizado y desocupado, debe sacarse de inmediato del polvorín.

(Sernageomin, 2013).

1.3.5 Acceso de los polvorines

- El recito debe permanecer cerrado de manera que impida el paso de vehículos, personas y/o animales.

- No podrá ingresar al polvorín personal no autorizado y capacitado para la manipulación de los implementos que contenga el almacén, a menos que sea acompañado con el responsable de la faena.

(Sernageomin, 2013).

1.3.6 Recepción

- En cada recepción de material deberá controlarse la calidad, cantidad, potencia, tipo y tamaño, es la misma que está en la guía solicitada, verificando además si el explosivo se encuentra en un estado favorable, en caso de estar algo fuera de los rango o cualquier irregularidad con la recepción, se deberá informar a la A.F y los encargados de la compra.
- Cada caja o saco, deberá contener la fecha que se realizó la recepción de cuyo material, y se solicita que se lleve una planilla visible en lo posible en una pizarra, de todas las recepciones realizadas en la empresa para un mayor control.
- Para el control de explosivos se requiere un encargado del ¨libro control de explosivos¨, en este libro se debe plasmar la fecha de recepción, número de guía, procedencia y cantidad, este libro deberá estar actualizado, contantemente porque es este donde la autoridad fiscalizadora se guiará y a su vez deberá ser presentado en esta misma entidad, mensualmente.
- Cada personal autorizado para esta manipulación, deberá contar con su licencia de manipulador de explosivos.

(Sernageomin, 2013).

1.3.7 Almacenamiento

- Es requerido que el almacenaje permita que la disposición sea segura, como también el manejo sea sencillo, para permitir una buena ventilación y circulación del personal.
- No se podrá permitir el almacenamiento de cartuchos de dinamita con cordón detonante o fulminantes en el interior del almacén, ni mucho menos explosivos en mal estado.
- Al ingreso de nuevas partidas de explosivos, deberán ser marcadas y apiladas para el posterior uso de estas, dándole prioridad a las antiguas partidas para su utilización.

(Sernageomin, 2013).

1.3.8 Despacho

- Se realizara el retiro de material requerido para la utilización inmediata o a su vez para las actividades programadas en la producción diaria.
- El retiro de explosivos será de manera estricta ya que deberá ser informado por una orden de recepción.

(Sernageomin, 2013).

1.3.9 Control

- El responsable de la faena deberá realizar inspecciones periódicamente, quien tendrá que realizar un reporte de cualquier irregularidad que determine, informando la solución inmediata.

- Se deberá mantener el libro control de explosivos con todos los datos requeridos en este, ya sea la fecha de recepción, número de guía de recepción, procedencia, cantidad recibida, existencia y observaciones del encargado de la faena

(Sernageomin, 2013).

1.4 ANÁLISIS CAPITULO UNO

En el capítulo número uno, se exponen y plantean diferentes opciones de polvorines, la selección de uno de estos se guiara según los requerimientos de la faena minera y herramientas o materiales que esta tenga para la elaboración de un almacen más viable para la minera en estudio.

Por otro lado se señala la mantención, construcción y procesos que cada encargado debe gestionar para los diversos almacenes de explosivos, tales como los controles, almacenaje y reglamentos, bajo las normativas chilenas vigentes.

Cada polvorín se expone de forma detallada, según su clasificación ya sea fijo o móviles, apreciando su capacidad de almacenaje, materiales usados para la elaboración de cada uno de ellos y elementos de seguridad de acuerdo del polvorín requerido. Mencionado que uno de los puntos más importante es la seguridad del personal y los equipos usados en la minera. Para la elaboración y construcción de cada polvorín se debe realizar de acurdo a las Ley de Arma y Explosivos 17.798.

CAPÍTULO I I: LEY DE ARMA Y EXPLOSIVOS 17.798

2.1 GENERALIDADES DE LA LEY 17.798

Ley de arma y explosivo 17.798 fue aprobada el 22 de febrero del año 2007, está abajo el cuidado del ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaria de Guerra. El reglamento complementario abarca el control de armas y elementos similares.

El presente reglamento tiene por objetivo, aplicar y complementar las disposiciones de la ley N°17.798 sobre control de arma y explosivos.

Para efectuar la súper vigilancia y control de las Armas, Explosivos, Artificios Pirotécnicos, Productos Químicos y otros elementos que la Ley entrega al Ministerio de Defensa Nacional, actuará como Autoridad Central de Coordinación a nivel nacional, la Dirección General de Movilización Nacional y en ese carácter impartirá instrucciones a las Autoridades Fiscalizadoras y asesoras, para el adecuado cumplimiento de la Ley.

Para esta evaluación de implementación de polvorín para la faena minera La Polvareda, se basara en la ley 17.798.

2.2 SUSTANCIAS Y ELEMENTOS QUE REGULA LA LEY DE ARMAS Y EXPLOSIVOS

Quedan sometidos a este control los explosivos y objetos explosivos, ¨tales como bombas, granadas y otros artefactos de similar naturaleza, como asimismo sus partes y piezas y las sustancias químicas esencialmente susceptibles de ser usadas o empleadas para la fabricación de explosivos, como también las que sirvan de base para la elaboración de municiones, proyectiles, misiles o cohetes, bombas, cartuchos, elementos similares y en general las sustancias o mezclas de sustancias, capaces de reaccionar químicamente con gran generación de calor en un tiempo muy breve y con un aumento considerable de volumen en relación con el elemento inicial¨. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 3, 2007)

Los artificios y elementos auxiliares de la tronadura o explosión, tales como: ¨cebos, fulminantes, detonadores, estopines, mechas, cordones detonantes y otros elementos, sean mecánicos, eléctricos, no eléctricos, electrónicos o de otro tipo, utilizados para activar (en forma instantánea o retardada) una cadena explosiva, normalmente denominados accesorios para la tronadura¨. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 3, 2007)

Estas instalaciones utilizadas o destinadas al uso de almacenes, polvorines, canchas, túneles y campos de pruebas o dispositivos de armas, explosivos, artificios pirotécnicos y otros elementos sometidos a control, sean construcciones definitivas, librerías o móviles, estén ubicadas en la superficie o sean subterráneas, enterradas o móviles.

2.3 ENTIDADES INVOLUCRADAS EN LA LEY DE ARMAS Y EXPLOSIVOS

2.3.1 DGMN

La Dirección General de Movilización Nacional de Chile es un organismo asesor del Ministerio de Defensa de Chile, en todas las materias y actividades relativas al reclutamiento y movilización militar, al control y regularización de armas y explosivos, al control de las artes marciales, al control de tiro ciudadano y al control de armas químicas y biológicas en Chile.

Figura 2.1: Logo corporativo Dirección General de Movilización Nacional.

Fuente: Dirección General de Movilización Nacional, 1981.

2.3.2 AF (O.S.11)

Autoridad fiscalizadora, la Prefectura de Control de Armas y Explosivos, tiene como misión planificar, organizar, coordinar, difundir, controlar y evaluar, las actividades de las autoridades fiscalizadoras de la ley de control de armas y explosivos, como asimismo, velar por el cumplimiento de las disposiciones que atañen a Carabineros en relación a esta norma. Van a ejercer como autoridades fiscalizadoras Autoridades de Carabineros de Chile de mayor jerarquía en el área jurisdiccional. Son denominadas Autoridades Fiscalizadoras Regionales y Locales, implantando para cada una de ellas la propia área jurisdiccional de control.

Figura 2.2: Logo corporativo Autoridad fiscalizadora.

Fuente: Autoridad fiscalizadora, 2007.

2.3.2.1 Funciones

- Autorizar la renovación de las Inscripciones de las instalaciones destinadas a fabricar, reparar, probar y almacenar armas, explosivos, artificios pirotécnicos, y elementos sometidos a control, como también a los comerciantes, importadores,

exportadores y consumidores habituales de dichos elementos, informando a la Dirección General.

- Otorgar Guías de Libre Tránsito de los elementos sometidos a control.
- Tramitar toda la documentación de aquellas actuaciones que requieran resolución de la Dirección General.
- Autorizar las operaciones de comercio interior de elementos sujetos a control.
- Autorizar las actualizaciones de datos.

- Disponer y realizar controles en terreno dentro de su área jurisdiccional.
- Otorgar licencias para Programadores Calculistas, Manipuladores de Explosivos, Productos Químicos y Artificios Pirotécnicos.

- Denegar, suspender, condicionar o limitar las solicitudes, autorizaciones y permisos que haya dictado en virtud de la Ley y el Reglamento, mediante una Resolución fundada. Todo lo obrado será comunicado a la Dirección General, adjuntando los antecedentes y causas que la motivaron.

- Efectuar en su zona jurisdiccional cuando proceda, la destrucción de explosivos y artificios pirotécnicos en mal estado, dejando constancia en acta y remitiendo una copia de ésta a la Dirección General.
- Autorizar y fiscalizar trabajos con explosivos.
- Autorizar la venta y consumo de explosivos, productos químicos y artificios
- Informar a la Dirección General de toda materia relevante relacionada con el cumplimiento de la Ley, dentro del ámbito de su jurisdicción.
- Presentar las denuncias correspondientes a los Tribunales de Justicia respectivos y actuar administrativamente en los casos de transgresión y faltas a la Ley, debiendo informar a la Dirección General.

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 15, 2007)

2.3.3 IDIC

Instituto de Investigaciones y Control del Ejército, el cual en su calidad de Banco de Pruebas de Chile, se desempeña como “Autoridad Asesora” en los términos previstos por la ley. Le corresponde al Banco de Pruebas de Chile, proporcionar asesoría técnica especializada a la Dirección General y a las Autoridades Fiscalizadoras, determinando en términos generales, la peligrosidad, estabilidad, funcionamiento y calidad de las armas y elementos sometidos a control.

Figura 2.3: Logo corporativo Investigaciones y Control del Ejército.

Fuente: Investigaciones y Control del Ejército, 1911.

2.3.4 Sernageomin

El Servicio Nacional de Geología y Minería es un servicio público integrante de la Administración Central del Estado de Chile, tutelado por el Ministerio de Minería. El Sernageomin es el único organismo estatal a cargo de la investigación especializada y mapeo de diversos aspectos de la corteza terrestre, principalmente relacionados con la identificación de recursos productivos (geotérmicos, hidrogeológicos, minerales metálicos y no metálicos) (Sernageomin).

Está a cargo de fiscalizar las normativas de Seguridad Minera de las instalaciones extractivas mineras respecto de las personas que laboran en ellas; la normativa de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras; y la estabilidad de los depósitos de relaves. Este servicio público se encarga además de actualizar los catastros de concesiones mineras y geotérmicas, y asesorar a los Tribunales de Justicia en estas materias.

Figura 2.4: Logo corporativo Sernageomin.

Fuente: Sernageomin, 2019.

2.4 CONSUMIDORES DE EXPLOSIVOS

Las personas naturales o jurídicas que por la naturaleza de sus actividades deban utilizar explosivos, para los efectos de este reglamento, serán consideradas “Consumidores de Explosivos”, quienes deberán presentar la documentación para solicitar su inscripción ante la Autoridad Fiscalizadora del lugar en que se encuentren ubicadas las faenas. Esta autoridad enviará los antecedentes a la Dirección General de Movilización Nacional, quien autorizará mediante una Resolución su inscripción. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 211, 2007)

Atendiendo a la naturaleza y duración de las faenas, los consumidores de explosivos se clasifican en dos. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 212, 2007)

2.4.1 Consumidores ocasionales

Son aquellos que no necesitan emplear explosivos en su actividad normal, pero deben emplearlos por circunstancias especiales.

Estos ¨no requieren de inscripción como "Consumidores Habituales de Explosivos" pero, para su uso y empleo deberán obtener permiso de la Autoridad Fiscalizadora del lugar de la faena, la cual determinará en el terreno la necesidad de su uso, la cantidad y autorizará su adquisición y transporte, controlando la seguridad de su empleo¨. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 212 (a), 2007)

Estos consumidores no podrán mantener existencias de explosivos o elementos iniciadores de los mismos.

Para este efecto, el trabajo debe ser ejecutado por un Manipulador de Explosivos con licencia vigente, o por un organismo especializado autorizado por la Autoridad Fiscalizadora.

2.4.2 Consumidores habituales

Son aquellos que normalmente ejecutan trabajos que requieren el empleo de explosivos, tales como las empresas de la minería, construcción, obras públicas, agricultura, pequeña minería y los mineros denominados "Pirquineros"(Se alude a personas que trabajan en el rubro de la pequeña minería) .

Será requisito indispensable para adquirir explosivos, que los Consumidores Habituales estén inscritos como tales ante la Autoridad Fiscalizadora que corresponda al lugar de la faena.

La minera La Polvareda, califica dentro de la categoría de consumidores habituales, ya que para su producción diaria, es indispensable la remoción del macizo rocos con mineral de interés a través, de explosivos. Teniendo en conocimiento estos antecedentes es una necesidad contar con la inscripción como consumidores habituales.

2.5 INSCRIPCIÓN COMO CONSUMIDORES A HABITUALES

Para obtener la ¨inscripción como "Consumidor Habitual de Explosivos" los interesados presentarán ante la Autoridad Fiscalizadora correspondiente al lugar de la faena, los siguientes documentos¨. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 214,2007)

2.5.1 Solicitud de inscripción o renovación de polvorines, canchas de N.A, plantas de explosivos o camiones fábrica

Es un formulario que permite a personas naturales y jurídicas solicitar a la Dirección General de Movilización Nacional (DGMN), la inscripción de almacenes de explosivos, canchas de Nitrato de Amonio y camiones fábrica.

Junto con inscribirse, los interesados obtendrán el documento que los autoriza a almacenar productos explosivos y materias primas para su futura elaboración en instalaciones diseñadas para ello.

Figura 2.5: Formulario que se debe rellenar y entregan en conjunto que la más documentación requerida. (Chile atiende).

N° _____

SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN O RENOVACIÓN DE POLVORINES, CANCHAS DE N.A., PLANTAS DE EXPLOSIVOS O CAMIONES FÁBRICA

FECHA :		COMPROBANTE DE PAGO N°				ITEM	
AUTORIDAD FISCALIZADORA							
A LA DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIZACIÓN NACIONAL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE ARMAS Y EXPLOSIVOS SANTIAGO							
NOMBRE DE LA EMPRESA					RUT.		
DIRECCIÓN :					FONO		
REGION		PROVINCIA			COMUNA		
REPRESENTANTE LEGAL					RUT		
SEXO		FECHA NACIMIENTO			NACIONALIDAD		
DOMICILIO PARTICULAR					FONO		
REGION		PROVINCIA			COMUNA		
SOLICITA AUTORIZACIÓN PARA CONSTRUIR O RENOVAR POLVORINES, CANCHAS DE N.A., PLANTAS DE EXPLOSIVOS O CAMIONES FÁBRICA A FIN DE ALMACENAR O FABRICAR LOS EXPLOSIVOS QUE SE EMPLEARAN EN LA EXPLOTACIÓN DE LA FAENA MINERA DENOMINADA :							
DE LA CUAL SE EXTRAE EL MINERAL DE :							
SEGÚN LOS SIGUIENTES DATOS DE LAS INSTALACIONES							
REGION	PROVINCIA		COMUNA		LOCALIDAD		
DISTANCIA A LA AUTORIDAD FISCALIZADORA EN KMS.:							
UBICACIÓN PRECISA REFERIDA A PUNTOS GEOGRAFICOS CONOCIDOS :							
CANT. INSTALACIONES		ALT. EXPLOS.		ARTIFICIOS		TOTAL	
SUPERFICIE MOVIL		SUPERFICIE PERM.		ENTERRADO		SUBTERRANEO	

FIRMA DEL SOLICITANTE

Fuente: Dirección General de Movilización

2.5.2 Certificado de propiedad

2.5.2.1 Mensura de la faena minera

Es un escrito (documento), mediante el cual una persona natural o jurídica solicita un determinado sector con ubicación geográfica específica, con el objetivo de explorar sustancias minerales concesibles. El arco de la mensura de acuerdo con la facultad establecida en el Artículo 72. Código de Minería. En la minera La Polvareda, la mensura está vigente y cuenta con sus límites de explotación establecidos.

2.5.2.2 Escritura pública de la constitución de la sociedad

La escritura pública de la constitución de la sociedad, es un documento de trabajo en el que se desarrolla la idea de negocio que se pretende poner en marca, es un esquema de trabajo abierto y dinámico, que se completa a medida que avanza el negocio. En este documento se debe manifestar aspectos importantes como la descripción de la empresa, definición del producto o servicio a suministrar, planificación de los aspectos comerciales y estudio económico-financiero. La empresa que explota la minera La Polvareda se encuentra al día y firmada bajo notario, por todo los involucrados en dicha empresa.

Figura 2.6: Se da por entendido que la minera la polvareda cuenta con su mensura.

CERTIFICADO DE VIGENCIA

A la época de expedición del presente certificado la inscripción detallada en el recuadro que sigue se encuentra vigente, por no constar al margen de la misma, notas que den cuenta de su transferencia o cancelación.

TIPO DE CONCESIÓN			NOMBRE DE LA CONCESIÓN			
EXPLOTACIÓN			LA POLVAREDA UNO AL VEINTICUATRO			
COMUNA			PROVINCIA		REGIÓN	
CANELA			CHOAPA		IV	
INSCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD			DATOS REGISTRALES	ACTA DE MENSURA		
FOLIO	NÚMERO	AÑO	REGISTRO	FOLIO	NÚMERO	AÑO
92	22	2003	PROPIEDAD MINERA	42	8	2003
TITULAR	PATRICIO JAVIER GATICA ROSSI					

Los Vilos, 28 de agosto de 2008, 08:00 hrs.-

Fuente: Minera La Polvareda, Patricio Gatica, 2003.

2.5.2.3 Patente municipal

Es el permiso necesario para comenzar cualquier actividad comercial que necesita un local fijo. Lo otorga la municipalidad del lugar donde se instalará el negocio. La patente municipal se encuentra al día, emitida por la municipalidad de Illapel, lugar donde se encuentra la dirección comercial de la empresa. La empresa cuenta con dicho permiso.

2.5.2.4 Antecedentes personales

2.5.2.4.1 Cedula de identidad al día

La cédula de identidad es el documento oficial que acredita la identidad de una persona chilena. Entre los datos que contiene, está el nombre completo, Rol Único Nacional (RUN) y sexo, además de la foto, firma y huella dactilar.

Figura 2.7: Cédula de identidad que cada chileno debe tener al día, sacado en el registro civil.

Fuente: Registro civil, 2019.

2.5.2.4.2 Certificado de antecedentes con fines especiales

Es un documento que entrega el registro civil, presencialmente u online a través de la página. Este documento es entregado con los antecedentes de un individuo y se le específica para que lo requiere, es un certificado donde se acredita que cada individuo cuenta o no con antecedentes penales.

Figura 2.8: El representante de la minera no debe costar con ningún antecedente penal en su certificado, mostrando una conducta intachable ante las autoridades.

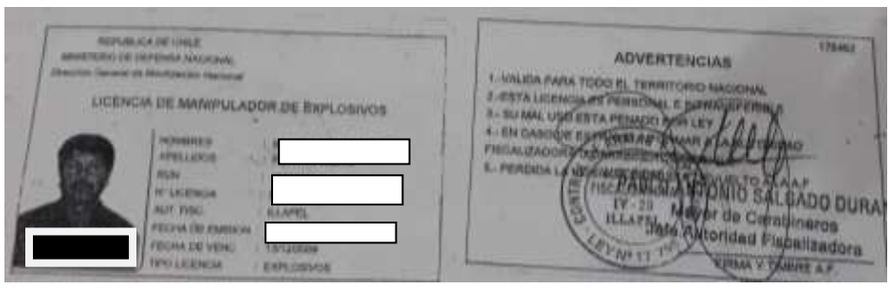
Fuente: Registro civil, 2019.

2.5.2.4.3 Licencia de manipulador de explosivos

Es una tarjeta que se entrega a una persona una vez aprobando una prueba que la ejerce la A.F. donde se autoriza a manipular explosivos, que está apto y sabe los conocimientos para ejercer esta labor.

Todas las personas que desempeñaran una labor en el almacenamiento, transporte y manipulación de explosivos, dentro de la propiedad minera deben adjuntar dichos documentos.

Figura 2.9: Fotocopia de una licencia de explosivo del dueño de la faena.



Fuente: Patricio Gatica, 2009.

2.5.3 Hoja de cálculos de distancia

La hoja de cálculos es el documento que permite la manipulación de datos tales como cantidades máximas de explosivos e iniciadores que almacenaran dentro del polvorín. Distancias reales a caminos públicos, ferrocarriles, recintos habitados y polvorín más cercano, de acuerdo a los especificados dentro de la ley de armas y explosivos, de acuerdo a la dinamita al 60%. Estipulado por la Dirección Nacional de Movilización Nacional y la información entregada por el banco de prueba a cargo del Ejecito. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 Y 241, 2007)

2.5.4 Especificaciones del polvorín

Las especificaciones del polvorín es un documento donde se detalla la construcción del polvorín, donde se indican la naturaleza de las puertas, ventanas, techo, piso muros, ventilación, instalación eléctrica, pararrayos, conexión a tierra, parapetos, custodia, sistema contra incendio, etc. Y cualquier característica que sea necesario para la prevención y mantención de un buen estado del polvorín.

2.5.5 Reglamento de seguridad sobre almacenamiento, transporte y manipulación de explosivos

Es una resolución que autoriza el transporte, uso y manejo de los explosivos en el interior de una faena minera, esta resolución es otorgada por el Sernageomin. Debe considerar lo siguiente:

- Organización del transporte, almacenamiento y distribución de los explosivos, detonadores y medios de iniciación y disparo, así como su conservación, en los lugares de trabajo o en sus cercanías.
- Medidas de seguridad que deben adoptarse para el almacenamiento, transporte, carguío, primado, taqueado y detonación de los barrenos, inspección posterior al tiro, ventilación y eliminación de los tiros quedados.
- Condiciones de prueba y mantención de las baterías de disparo.
- Devolución de explosivos no utilizados y eliminación de explosivos deteriorados.
- Deberes de los trabajadores y supervisores autorizados para emplear los explosivos.
- Conocimientos y requisitos mínimos que se exigirán a los manipuladores de explosivos.(Chile atiende, 2018)

2.5.6 Plano de planta y corte del polvorín

Los planos de planta y corte del polvorín detallados, que consiste en un dibujo a escala, donde se proyecta cómo será el polvorón al verlo de distintos puntos de vista.

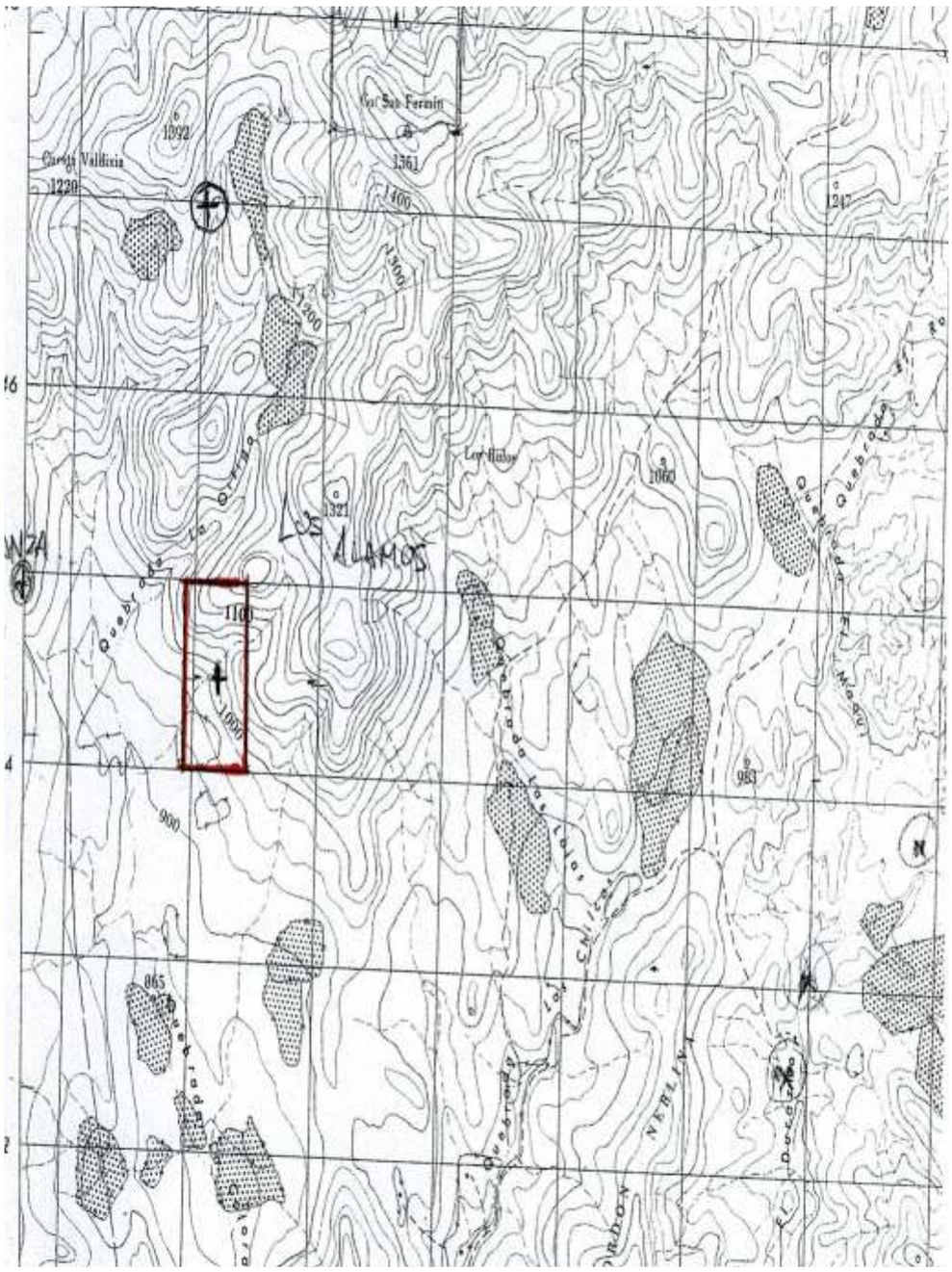
2.5.7 Certificado de departamento de obras de la municipalidad

Es un documento emitido por el departamento de obras de la municipalidad, (correspondería a la municipalidad de Canela). Permite obtener el informe favorable para nuevas construcciones ajenas a la actividad agrícola en un área rural, siempre que el objetivo de dichas construcciones corresponda con lo señalado por la normativa y no se produzcan actividades incompatibles o nocivas para la agricultura de la zona en que se emplazará el proyecto. En dicho documento se detalla la autorización de la construcción de un polvorín, tomando en cuenta que no hay una vivienda, alguna propiedad o algo que se vea dañado por dicho proyecto.

2.5.8 Plano de ubicación del polvorín

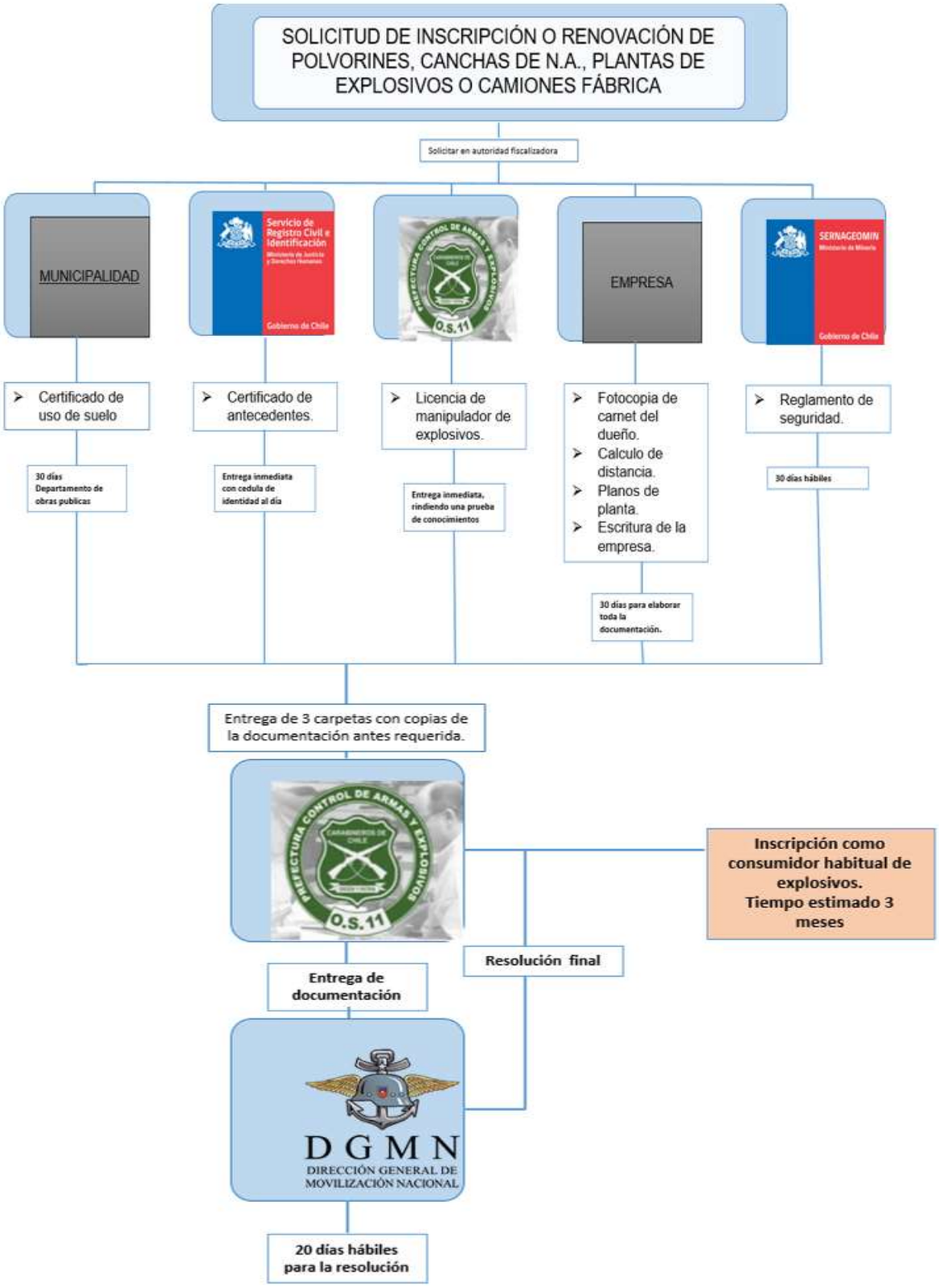
El plano de ubicación del polvorín sobre una carta geográfica escala 1:50.000 con coordenadas visibles, en UTM (Universal Trasversal de Mercator). Indicando el punto exacto de la ubicación dentro de la propiedad de explotación minera.

Figura 2.10 Encerrado con un rectángulo el perímetro de la faena minera y marcada con una cruz la localidad de la faena.



Fuente: Patricio Gatica, 2009.

Figura 2.11: Diagrama de flujo de documentación.



Fuente: Elaboración propia base a documentación y reglamentos.

2.7 DIAGRAMA DE DOCUMENTACIÓN

Este diagrama de flujo construido en base a la documentación y reglamentos necesaria de cada identidad gubernamentales, relacionada con la implementación de un almacen de explosivos, cabe mencionar que toda la documentación debe ser recompilada en un plazo correspondiente, asimismo este flujo tienen por fin entregar con mayor claridad la documentación requerida y donde debe dirigirse la persona o identidad para la obtención de permisos, certificados, planos, licencia, etc., Con el fin de orientar a quien lo requiera.

Cabe mencionar que la primera identidad a dirigirse es la autoridad fiscalizadora (AF), donde se debe solicitar la inscripción o remoción de polvorines, con dicho documento se deben recolectar en diferentes entidades, los certificados, la documentación de validación y la documentación de la empresa y el propietario.

En primer lugar se debe acudir a la municipalidad para solicitar el Certificado de uso de suelo, ya con este tiene el permiso de una posible construcción de un polvorín según la zona de ubicación, este documento se debe retirar en 30 días en el departamento de obras públicas. Segundo lugar se debe solicitar el certificado de antecedentes con fines especiales en el registro civil, este documento tiene entrega inmediata con la cedula de identidad al día. En tercer lugar en la autoridad fiscalizadora (AF), debe realizar una prueba de conocimiento, obteniendo un 90% de aprobación tendrá la licencia de manipulador de explosivos, de entrega inmediata. En cuarto lugar la empresa debe reunir documentos propios, escritura de la empresa, patente municipal al día, cálculos de distancias de seguridad, planos de planta y de polvorín y fotocopia del cedula de identidad del propietario de la empresa. También como quinto lugar al que debe acudir es al sernageomin, para obtener la aprobación del reglamento de seguridad del polvorín, la aprobación de este documento tiene un plazo de 30 días hábiles para la entrega.

Una vez reunida toda la documentación antes mencionada, en un plazo estimado de 30 días hábiles, debe acudir a la autoridad fiscalizadora (AF), con 3 carpetas con copia de la documentación.

2.7.1 Informe sobre almacenes de explosivos, entregados por la A.F

Es un documento que otorga la autoridad fiscalizadora, al momento de entregar 3 carpetas idénticas, con todos los documentos mencionados anteriormente. En este documento se detalla si cumple con la documentación y requisitos para ser un consumidor habitual de explosivos, este documento puede rechazar o aprobar con la inscripción del polvorín, adjuntándolo a los documentos y enviándolos a la Dirección General de Movilización Nacional, donde se verá si es otorgado el permiso de la implementación del polvorín y consumidor habitual de explosivos.

2.7.2 El registro nacional de consumidores habituales de explosivos

Se debe dirigir la autoridad fiscalizadora correspondiente a la zona jurisdiccional, para esta investigación se debe realizar en la autoridad fiscalizadora de Illapel. Teniendo la aprobación de dicha entidad y la documentación es recepcionada, la solicitud junto con toda la documentación es enviada a la Dirección General de Movilización Nacional, quien entregara una resolución final de la solicitud. Los resultados de la solicitud serán entregados dentro de 20 días hábiles, donde la autoridad comunicará por correo electrónico o teléfono la aprobación o rechazo del requerimiento.

La inscripción del polvorín y la inscripción como consumidor habituales de explosivos tiene un tiempo estimado de 3 meses para realizar este proceso. Teniendo en consideración que la mayoría de la documentación necesita de varios días hábiles para la entrega y recepción, como también la elaboración de documentos propios de la empresa.

2.8 COSTOS ASOCIADOS A LA DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA LA INSCRIPCIÓN DEL POLVORÍN Y CONSUMIDOR HABITUAL.

Teniendo en cuenta cado uno de los documentos que se requieren para la implementación de un almacen de explosivos, es importante tener en conocimiento los costos asociados para que la faena minera tenga una referencia de cuanto es lo que deben disponer en recursos de dinero, para costear los gastos y por otro lado se debe informar en que identidades deben acudir para solicitar los distintos certificados, licencias, entre otros documentos. Como lo indica la tabla N° 2.1 (página 39).

Todos los costos asociados a la inscripción de un polvorín e inscripción de consumidor habitual de explosivos para la minera La Polvareda están asociada a precios establecidos por entidades gubernamentales ajustables de acuerdo a la necesidad y requerimiento.

Tabla N° 2.1: costos asociados a la documentación

DOCUMENTOS ASOCIADOS	COSTO DE LA DOCUMENTACIÓN	IDENTIDAD DE REFERENCIA
Inscribir como consumidor habitual de explosivo	**$51.340**	Diario oficial de la república, 2020
Inscripción de almacen de explosivos	**$51.340**	Diario oficial de la república, 2020
Licencia de manipulador de explosivos	**$29.130**	Autoridad Fiscalizadora
Planos de ubicación de la faena	**$18.000 (promedio)**	Sociedad nacional de minería, 2016.
Planos de infraestructura de posible polvorín	**$18.000 (promedio)**	Sociedad nacional de minería, 2016.
Permiso municipal	**$2.519**	Municipalidad de Illapel,2017
Patente municipal	**$226.882**	Sernageomin.
Certificado de antecedentes	**$1.050**	Registro civil
Carnet de identidad (fotocopia posterior)	**$3.820**	Registro civil
Reglamento de seguridad	**$0**	Sernageomin.
TOTAL	**$402.081**	

CAPÍTULO I I I: CUANTIFICACIÓN DE EXPLOSIVO REQUERIDO PARA PRODUCCIÓN MENSUAL Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD

3.1 **GENERALIDADES**

Se considerará explosivo a toda sustancia o mezcla de sustancias químicas, sólidas o líquidas, que por la liberación rápida de energía produce o puede producir, dentro de un cierto radio, un alza de presión y generación de calor, llama y ruido, los explosivos de pueden dividir en 2 partes. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 207, 2007)

Cuando se realizó la ida a terreno, el administrador de la faena entrego los antecedentes sobre los tipos de explosivos y cantidades que se utilizan para la producción diaria de la mina. Donde se trabajan 22 días al mes. Y se realizan 2 tronaduras diarias en diferentes labores; labor N° 1 un total de 20 tiros diarios, la segunda labor 40 tiros diarios, dando un total de 60 tiros.

Anfo: 730,08 [gramos] por tiros.

Fulminantes N°8: 1 por tiro.

Emulsión: ½ por tiro.

Mecha de seguridad: 2,10 [metro] por tiros.

Figura 3.1: Entrada de la segunda labor.

Fuentes: Fotografía tomada en terreno, 2019.

3.1.1 EXPLOSIVOS PRIMARIOS

Los explosivos primarios o iniciadores son aquellos que cuya misión es iniciar la detonación de una masa explosiva, ya que generan alta energía y presentan una alta sensibilidad, pueden ser por iniciación eléctrica o a fuego mediante un estímulo externo, los iniciadores usados en la minera La Polvareda son los detonadores fulminante n° 8.

(Manejo de explosivos, Sonami, 2014)

3.1.2 EXPLOSIVOS SECUNDARIOS

Los explosivos secundarios o básicos son aquellos que causan el efecto de rompedor del disparo, estos son los encargados de efectuar el arranque y rotura de las rocas, son menos sensibles que los primarios pero desarrollan mayor trabajo útil. Los explosivos básicos usados por la minera La polvareda son ANFO, emulsión y mecha de seguridad, en ningún caso los explosivos iniciadores se deben almacenar o transportar juntos a los explosivos básicos.

(Manejo de explosivos, Sonami, 2014)

3.2 DEFINICIONES DE LOS EXPLOSIVOS USADOS EN LA MINERA

3.2.1 ANFO (NORMAL)

El ANFO (normal) es un explosivo compuesto por un 94% aproximadamente de Nitrato de Amonio, el cual actúa como oxidante y un 6% de petróleo, que actúa como combustible, además de ser económico, es bastante seguro. Sus características son:

- Baja/media potencia.
- Muy baja densidad (0,8) g/cm3.
- Nula resistencia al agua.
- Baja velocidad de detonación (2.000 – 3.000 m/s).
- No son sensibles al detonador, por lo que necesita de otro explosivo como iniciador como por ejemplo, cartuchos de hidrogel, cordones detonantes cebos de dinamita gelatinosa o multiplicadores.

(Manual de inscripción y legalización de polvorines, pág.12, 2017)

3.2.1.1 Cálculo de cantidad de explosivos

Para determinar esta cantidad de explosivos se requiere la densidad del explosivo que ente caso la densidad del ANFO (normal) es 0,8, también es necesario contar con la información del diámetro que es de 1 pulgada y una profundidad de la perforación de 1,80 metros, utilizado en la labor y por ultimo cuanto metros de taco le agregan al tiro, que en este caso en esta minera no es utilizado.

Con esta información se podrá aplicar las siguientes formulas.

Primera fórmula.

$$\text{Kilos de explosivos/ metros} = \text{densidad} \times (\text{diámetro del tiro''})^2 \times 0{,}507$$

(Guía de explosivita por Enaex, pág. 16, 2018)

Para obtener los kilos de explosivos necesarios, se debe tener la densidad del explosivo, este dato se encuentra en ¨la guía del explosivo¨, esto debe ser multiplicado por el diámetro de la perforación, cuyo debe estar elevado al cuadrado y trasformado en pulgada, y filan mente se multiplica por una constante.

Desarrollo de la primera fórmula.

Kilos de explosivos/ metros = 0,8 x (1”) ^{2} x 0,507 = 0,4056 kg/m

Segunda fórmula.

Kilos de explosivos/ perforación = kilos de explosivos x (largo del tiro – taco)

(Guía de explosivita por Enaex, pág. 16, 2018)

Para desarrollar la segunda fórmula es necesario multiplicar los kilogramos/metros de la fórmula anterior por el lago de la perforación restándole a ese largo el taco (un taco es el relleno de material lodoso en su mayoría, cuyo se utiliza para darle mayor potencia al momento de tronar y asegurándose de que el explosivo no sea liberado de la perforación).Pero en este caso no es utilizado en la minera La Polvareda. Con esta fórmula se determina la cantidad de ANFO (normal) requerida para una perforación.

Desarrollo de la segunda fórmula.

Kilos de explosivos/ perforación = 0,4056 x (1,80-0) = 0,73008 kg = 730,08 g

Figura 3.2: La envoltura del Anfo. (Enaex,)

Fuente: Catalogo de Enaex, 2016.

3.2.2 Detonador fulminantes n°8

El Fulminante es un accesorio de voladura constituido por una cápsula cilíndrica de aluminio cerrada en uno de sus extremos, en cuyo interior lleva un explosivo primario muy sensible a la chispa de la mecha de seguridad y otro secundario de alto poder explosivo. (Famesa, 2016). Ver ilustración N°24.

Figura 3.3: La envoltura los fulminantes.

Fuente: Catalogo de Famensa, 2016.

3.2.3 Emulsión

Explosivos altamente seguros, con una gran potencia y excelente resistencia al agua, las emulsiones son explosivos industriales que consisten en una base de nitrato amónico o nitrato sódico con un contenido de agua del orden del 14 al 20%, un 4% de petróleo y en cantidades menores otros productos como agentes emulsificantes y ceras con tal de mejorar la consistencia y el tiempo de almacenamiento. Sus características son las siguientes: (Ver ilustración N°25)

- Alta velocidad de detonación (4.500 – 5.500 m/s).
- Excelente resistencia al agua.
- Bastante menor sensibilidad al choque o a la fricción.

(Manual de inscripción y legalización de polvorines, pág.13, 2017)

Figura 3.4: La forma de empaque de emulsión. (Enaex).

Fuente: Catalogo de Enaex, 2016.

3.2.4 Mecha de seguridad

La mecha de seguridad es un accesorio de voladura y un componente del sistema tradicional de iniciación. Se caracteriza por ser flexibles y posee un núcleo central de pólvora, la cual trasmite el fuego hasta el fulminante, a una velocidad uniforme. En las faenas mineras se consideran, agregar 30 centímetros de seguridad, no obstante en la minera polvareda se trabaja con (1,80 metros de largo de perforación).Ver ilustración N°26.

Figura 3.5: La envoltura de la mecha de seguridad.

Fuente: Catalogo Enaex, 2016.

3.3 CUANTIFICACIÓN DE CONSUMO DE EXPLOSIVOS MENSUAL DE LA MINA LA POLVAREDA

3.3.1 Cantidad de explosivo por tiro

Tabla N° 3.1 Cantidad de explosivo por tiro

Explosivo	Cantidad de explosivo por tiro
ANFO	730,08 [gramos]
Emulsión	½ [unidad]
Mecha de seguridad	2,10 [metros]
Fulminante	1 [unidad]

Los datos de emulsión, mecha de seguridad, fulminantes fueron verificados y entregados por personal de la minera en la visita en terreno, y el ANFO (normal) fue calculado anteriormente (3.2.1.1 Cálculo de cantidad de explosivos).

3.3.2 Cantidad de explosivo por 60 tiros diarios

Tabla N° 3.2 Cantidad de explosivos por 60 tiros diario.

Explosivo	Cantidad de explosivo por 60 tiros diarios
ANFO	730,08 [gramos] x 60 [tiros] = 43,8048 [kilogramos]
Emulsión	½ [unidad] x 60 [tiros] = 30 [unidades]
Mecha de seguridad	2,10 [metros] x 60 [tiros] = 126 [metros]
fulminante	1 [unidad] x 60 [tiros] = 60 [unidades]

Para la elaboración de esta tabla se ha requerido la Tabla N°3.1 que determina la cantidad de explosivo por cada perforación y cabe mencionar que la minera La Polvareda requiere de 60 tiros diario para su producción, según datos recolectados en terreno. Por lo tanto se multiplico cada explosivo por 60 tiros.

3.3.3 Cantidad de explosivo mensual, trabajando 22 días

Tabla N° 3.3 Cantidad de explosivo mensual, trabajando 22 días.

Explosivo	**Cantidad de explosivo mensual**
ANFO	43,8048 [kilogramos] x 22 [días] = 963,7056 [kilogramos]
Emulsión	30 [unidades] x 22 [días] =1.320 [unidades]
Mecha de seguridad	126 [metros] x 22 [días] = 2.772 [metros]
fulminante	60 [unidades] x 22 [días] = 660 [unidades]

Para la elaboración de esta tabla se ha requerido la Tabla N°3.2 que determina la cantidad de explosivos diarios, sabiendo que se trabajan 22 días al mes en la faena, se multiplicara cada explosivo por 22 días, para determinar la cantidad de explosivos que es requerida para la producción mensual en unidades, kilogramos y metros.

En base al documento ¨guía del explosivista¨ de la empresa ENAEX, los cuales se consideran unos de los principales proveedores de explosivos del país, se calcula la cantidad de unidades por cajas y kilogramos que contiene cada producto al momento de su comercialización, cabe mencionar que los productos no se pueden vender individualmente o con el embalaje abierto.

3.3.4 Cantidad de explosivos según su embalaje de producción

Tabla N° 3.4 Cantidad de explosivos según se embalaje.

Explosivo	**Cantidad de explosivo por saco o caja**
ANFO	1 [saco] contiene 25 [kilogramos]
Emulsión	1 [caja] contiene 210 [unidades]
Mecha de seguridad	1 [rollo] contiene 250 [metros] o 500 [metros]
fulminante	1 [caja] contiene 100 [unidades]

La Tabla N°3.4 está basada a los datos recopilados por la ¨Guía del Explosivita¨ de Enaex, esta indica la cantidad de kilogramos contenidas por saco en el caso del ANFO (normal), la cantidad de unidades contenidas por cajas de la emulsión y fulminantes. Por ultimo metros de la mecha de seguridad contenida por rollo.

3.3.5 Cantidad de saco o cajas de explosivo, para producción mensual

Tabla N° 3.5 Cantidad de sacos o cajas de explosivos para la producción mensual.

Explosivo	Cantidad de saco o cajas de explosivo, para producción mensual
ANFO	963,7056 [kilogramos] / 25 [kilogramos] que contiene cada saco = 38,54 ≈ 39[sacos]
Emulsión	1.320 [unidades] / 210 [unidades] que contiene cada caja = 6,3 ≈ 7 [cajas]
Mecha de seguridad	2.772 [metros] / 250 [metros] que contiene cada rollo = 11,08 ≈ 12 [rollos]
fulminante	660 [unidades] / 100 [unidades] que contiene cada caja =6,6 ≈ 7 [cajas]

La Tabla N° 3.5 está enfocada en determinar la cantidad de cajas y sacos requeridas para la producción mensual, por lo tanto se necesita los datos determinados en la Tabla N° 3.3 que representa la cantidad de explosivos requerida para la producción mensual, esto lo dividiremos con la Tabla N° 3.4 que representa los kilogramos y unidades por caja que vienen en el embalaje. De esta manera se determina la cantidad de cajas y sacos necesarios para la producción mensual de la faena minera ¨La Polvareda.

3.4 CUANTIFICAR EL VOLUMEN DE ALMACENAJE CON RESPECTO A EXPLOSIVO REQUERIDO

Según la empresa Enaex los volúmenes de cada explosivo son:

Tabla N° 3.6 Cuantificar volumen de almacenaje respecto a explosivos requerido para la faena

Explosivos	Largo [metros]	Ancho [metros]	Alto [metros]	Volumen de cajas [metros cúbicos]
ANFO	0,65	0,45	0,15	0.043875
Emulsión	0,49	0,42	0,19	0,039102
Mecha de seguridad	0,371	0,371	0,31	0,04266871
Fulmínate	0,07	0,06	0,045	0,000189

Esta tabla está enfocada a determinar las dimensiones de lago, ancho y alto de cada caja y saco de explosivos para determinar la dimensión volumétrica década caja y saco requerido para la producción de la minera La Polvareda.

3.5 VOLUMEN TOTAL POR EXPLOSIVO

Tabla N° 3.7 Determinar el volumen utilizado por cada explosivo requerido para la producción

Explosivos	**Volumen de unidad por total de cajas**	**Volumen total [metros cúbicos]**
ANFO	0,043875[m^3] x 39 [saco]	1,71
Emulsión	0,039102 [m^3] x 7 [cajas]	0,273
Mecha de seguridad	0,04266871 [m^3]x 12 [cajas]	0,512
Fulminante	0,000189[m^3] x 7[cajas]	0,001323

Total explosivos primarios: 0,001323 [m^3]

Total explosivos secundario: 2,49686352 [m^3]

En la presente tabla se representa los volúmenes totales de los sacos y cajas de explosivos requeridos para producción mensual, es obtenida multiplicado los datos de la Tabla N° 3.5 por los datos de la Tabla N° 3.6, es decir la cantidades de sacos y cajas requeridas por el volumen de cada caja de embalaje. Se debe separar los explosivos primarios y secundarios, obteniendo así los volúmenes requeridos para cada polvorín.

3.6 DISTANCIA DE SEGURIDAD

Como lo indica el artículo 240, debe existir una distancia adecuada para cada situación, esta distancia de seguridad será considerada en metros, la distancia es determinada por la cantidad de kilogramos de dinamita al 60% que la equivalencia de cada explosivo la genera el banco de pruebas de Chile y la A.F en la ley 17.897, a establecido las fórmulas para cada caso en particular como distancias de edificios con o sin parapeto (un parapeto es una barrera que disminuirá la liberación de energía en caso de una explosión no deseada), distancia de ferrocarriles o de caminos y distancias entre almacenes. En este caso se deberá calcular las distancias con todos los explosivos utilizados en la faena, para establecer las distancias del almacén a instalar, por otro lado se considerará la distancia más amplia dentro de los 4 explosivos utilizado en la faena. (Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240, 2007)

3.6.1 Para el ANFO (a dinamita al 60%)

Se requiere para la producción de la faena, 1.100 kilogramos de Anfo y según el banco de prueba, la equivalencia del Anfo a la dinamita al 60% es de 0,608 kilogramos, por otro lado el Artículo 240 dicta que K, variará según el almacén, por lo tanto:

$$W = 1100 \times 0{,}608 = 668{,}8 \text{ [Kilogramos]}$$

(Listado de equivalencia por la DGMN, 2014)

K = 5,5 para almacenes de explosivos de superficie y móviles.

K = 2,5 para almacenes de explosivos de superficie con parapetos.

K = 1,5 para almacenes de explosivos subterráneos y enterrados.

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.1.1 Distancia de seguridad polvorín con parapeto

$$S = 10\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 10\sqrt[3]{6 \times 668{,}8}$$

$$S = 10\sqrt[3]{4.012{,}8}$$

$$S = 10 \times 15{,}89092477$$

$$S = 158{,}90 \approx 159 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (a), 2007)

3.6.1.2 Distancia de seguridad polvorín sin parapeto

$$S = 20\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 20\sqrt[3]{6 \times 668{,}8}$$

$$S = 20\sqrt[3]{4.012{,}8}$$

$$S = 20 \times 15.89092477$$

$$S = 317{,}818 \approx 318 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (a), 2007)

3.6.1.3 Distancia a caminos públicos

$$S = 3\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 3\sqrt[3]{6 \times 668{,}8}$$

$$S = 3\sqrt[3]{4{,}012{,}8}$$

$$S = 3 \times 15{,}89092477$$

$$S = 47{,}67 \approx 48 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (b), 2007)

3.6.1.4 Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto

$$D = K\ \sqrt[3]{W}$$

$$D = 5{,}5\ \sqrt[3]{W}$$

$$D = 5{,}5\ \sqrt[3]{668{,}8}$$

$$D = 5{,}5\ \times 8{,}745112917$$

$$D = 48{,}09\ \approx 49 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.1.5 Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto

$$D = K\ \sqrt[3]{W}$$

$$D = 2{,}5\ \sqrt[3]{W}$$

$$D = 2{,}5\ \sqrt[3]{668{,}8}$$

$$D = 2{,}5\ \times 8{,}745112917$$

$$D = 21{,}86\ \approx 22 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.1.6 Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado

$$D = K\ \sqrt[3]{W}$$

$$D = 1{,}5\ \sqrt[3]{W}$$

$$D = 1{,}5\ \sqrt[3]{668{,}8}$$

$$D = 1{,}5\ \times 8{,}745112917$$

$$D = 13{,}11\ \approx 14 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.1.7 Distancia a ferrocarriles

$$S = 6\ \sqrt[3]{6\ \times W}$$

$$D = 6\ \sqrt[3]{6\ \times 668{,}8}$$

$$D = 6\ \sqrt[3]{4012{,}8}$$

$$D = 6\ \times 15{,}89092477\ 16 \text{ [metros]}$$

$$D = 95{,}34\ \approx 95 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo240 (b), 2007)

3.6.2 Para la emulsión a dinamita al 60%

Se requiere para la producción de la faena, 175 kilogramos de emulsión y según el banco de prueba, la equivalencia de la emulsión a la dinamita al 60% es de 0,575 kilogramos, por otro lado el artículo 240 dicta que K, variará según el almacén, por lo tanto:

$$W = 175 \times 0{,}575 = 100{,}625 \text{ [Kilogramos]}$$

(Listado de equivalencia por la DGMN, 2014)

K = 5,5 para almacenes de explosivos de superficie y móviles.

K = 2,5 para almacenes de explosivos de superficie con parapetos.

K = 1,5 para almacenes de explosivos subterráneos y enterrados.

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.2.1 Distancia de edificios con parapeto

$$S = 10\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 10\sqrt[3]{6 \times 100{,}625}$$

$$S = 10\sqrt[3]{603{,}75}$$

$$S = 10 \times 8{,}451861686$$

$$S = 84{,}51 \approx 85 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (a), 2007)

3.6.2.2 Distancia de edificio sin parapeto

$$S = 20\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 20\sqrt[3]{6 \times 100{,}625}$$

$$S = 20\sqrt[3]{603{,}75}$$

$$S = 20 \times 8{,}451861686$$

$$S = 169{,}03 \approx 169 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (a), 2007)

3.5.2.3 Distancia a caminos públicos

$$S = 3\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 3\sqrt[3]{6 \times 100{,}625}$$

$$S = 3\sqrt[3]{603{,}75}$$

$$S = 3 \times 8{,}451861686$$

$$S = 25{,}35 \approx 26 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (b), 2007)

3.6.2.4 Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto

$$D = K\sqrt[3]{W}$$

$$D = 5{,}5\sqrt[3]{W}$$

$$D = 5{,}5\sqrt[3]{100{,}625}$$

$$D = 5{,}5 \times 4{,}651238734$$

$$D = 25{,}58 \approx 26 \text{ [Metro]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.2.5 Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto

$$D = K\sqrt[3]{W}$$

$$D = 2{,}5\sqrt[3]{W}$$

$$D = 2{,}5\sqrt[3]{100{,}625}$$

$$D = 2{,}5 \times 4{,}651238734$$

$$D = 11{,}62 \approx 12 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.2.6 Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado

$$D = K\sqrt[3]{W}$$

$$D = 1{,}5\sqrt[3]{W}$$

$$D = 1{,}5\sqrt[3]{100{,}625}$$

$$D = 1{,}5 \times 4{,}651238734$$

$$D = 6{,}97 \approx 7 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.2.7 Distancia a ferrocarriles

$$S = 6\ \sqrt[3]{6\ \times W}$$

$$D = 6\ \sqrt[3]{6\ \times 100{,}625}$$

$$D = 6\ \sqrt[3]{603{,}75}$$

$$D = 6\ \times 8{,}451861686$$

$$D = 50{,}71\ \approx 51 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (b), 2007)

3.6.3 Para la mecha de seguridad a la dinamita al 60%

Se requiere para la producción de la faena 3.000 metros de mecha de seguridad y según el banco de prueba la equivalencia de la mecha de seguridad a la dinamita al 60% es de 587 kilogramos por cada metros , por otro lado el artículo 240 dicta que K variara según el almacén por lo tanto:

$$W = \frac{3000}{587} = 5{,}110732538$$

(Listado de equivalencia por la DGMN, 2014)

K = 5,5 para almacenes de explosivos de superficie y móviles.

K = 2,5 para almacenes de explosivos de superficie con parapetos.

K = 1,5 para almacenes de explosivos subterráneos y enterrados.

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.3.1 Distancia de edificios con parapeto

$$S\ = 10\ \sqrt[3]{6\ \times W}$$

$$S\ = 10\ \sqrt[3]{6\ \times 5{,}110732538}$$

$$S\ = 10\ \sqrt[3]{30{,}66439523}$$

$$S\ = 10\ \times 3{,}130003342$$

$$S\ = 31{,}30\ \approx 32 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (a), 2007)

3.6.3.2 Distancia de edificio sin parapeto

$$S = 20\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 20\sqrt[3]{6 \times 5{,}110732538}$$

$$S = 20\sqrt[3]{30{,}66439523}$$

$$S = 20 \times 3{,}130003342$$

$$S = 62{,}60 \approx 63 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (a), 2007)

3.6.3.3 Distancia a caminos públicos

$$S = 3\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 3\sqrt[3]{6 \times 5{,}110732538}$$

$$S = 3\sqrt[3]{30{,}66439523}$$

$$S = 3 \times 3{,}130003342$$

$$S = 9{,}39 \approx 10 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo240 (b), 2007)

3.6.3.4 Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto

$$D = K\sqrt[3]{W}$$

$$D = 5{,}5\sqrt[3]{W}$$

$$D = 5{,}5\sqrt[3]{5{,}1107}$$

$$D = 5{,}5 \times 1{,}7225$$

$$D = 9{,}47 \approx 10 \text{ [Metro]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.3.5 Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto

$$D = K\sqrt[3]{W}$$

$$D = 2{,}5\sqrt[3]{W}$$

$$D = 2{,}5\sqrt[3]{5{,}110732538}$$

$$D = 2{,}5 \times 1{,}722507221$$

$$D = 4{,}30 \approx 5 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.3.6 Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado

$$D = K\ \sqrt[3]{W}$$

$$D = 1{,}5\ \sqrt[3]{W}$$

$$D = 1{,}5\ \sqrt[3]{5{,}110732538}$$

$$D = 1{,}5\ \times 1{,}722507221$$

$$D = 2{,}58\ \approx 3\ \text{[Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.3.7 Distancia a ferrocarriles

$$S = 6\ \sqrt[3]{6\ \times W}$$

$$D = 6\ \sqrt[3]{6\ \times 5{,}110732538}$$

$$D = 6\ \sqrt[3]{30{,}6644}$$

$$D = 6\ \times 3{,}130$$

$$D = 18{,}78\ \approx 19\ \text{[Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (b), 2007)

3.6.4 Para el fulminante a la dinamita al 60%

Se requiere para la producción de la faena, 700 unidades de fulminantes y según el banco de prueba la equivalencia del fulminante a la dinamita al 60% es de 1.416 por cada unidad, siendo una equivalencia directa, por otro lado el artículo 240 dicta que K variara según el almacén por lo tanto:

$$W = \frac{700}{1416} = 0{,}494350282$$

(Listado de equivalencia por la DGMN, 2014)

K = 5,5 para almacenes de explosivos de superficie y móviles.

K = 2,5 para almacenes de explosivos de superficie con parapetos.

K = 1,5 para almacenes de explosivos subterráneos y enterrados.

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.4.1 Distancia de edificios con parapeto

$$S = 10\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 10\sqrt[3]{6 \times 0{,}49435}$$

$$S = 10\sqrt[3]{2{,}96610}$$

$$S = 10 \times 1{,}4368$$

$$S = 14{,}36 \approx 15 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (a), 2007)

3.6.4.2 Distancia de edificio sin parapeto

$$S = 20\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 20\sqrt[3]{6 \times 0{,}494}$$

$$S = 20\sqrt[3]{2{,}966}$$

$$S = 20 \times 1{,}4368$$

$$S = 28{,}73 \approx 29 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (a), 2007)

3.6.4.3 Distancia a caminos públicos

$$S = 3\sqrt[3]{6 \times W}$$

$$S = 3\sqrt[3]{6 \times 0{,}49435}$$

$$S = 3\sqrt[3]{2{,}96610}$$

$$S = 3 \times 1{,}4368$$

$$S = 4{,}31 \approx 5 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (b), 2007)

3.6.4.4 Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto

$$D = K\sqrt[3]{W}$$

$$D = 5{,}5\sqrt[3]{W}$$

$$D = 5{,}5\sqrt[3]{0{,}494350292}$$

$$D = 5{,}5 \times 0{,}790699738$$

$$D = 4{,}34 \approx 5 \text{ [Metro]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.4.5 Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto

$$D = K \sqrt[3]{W}$$

$$D = 2{,}5 \sqrt[3]{W}$$

$$D = 2{,}5 \sqrt[3]{0{,}494350292}$$

$$D = 2{,}5 \times 0{,}790699738$$

$$D = 1{,}97 \approx 2 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.4.6 Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado

$$D = K \sqrt[3]{W}$$

$$D = 1{,}5 \sqrt[3]{W}$$

$$D = 1{,}5 \sqrt[3]{0{,}494350292}$$

$$D = 1{,}5 \times 0{,}7906997$$

$$D = 1{,}18 \approx 2 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (c), 2007)

3.6.4.7 Distancia a ferrocarriles

$$S = 6 \sqrt[3]{6 \times W}$$

$$D = 6 \sqrt[3]{6 \times 0{,}49435}$$

$$D = 6 \sqrt[3]{2{,}9661}$$

$$D = 6 \times 1{,}4368$$

$$D = 8{,}62 \approx 9 \text{ [Metros]}$$

(Ley de Arma y Explosivos, Artículo 240 (b), 2007)

Tomando en cuenta los cálculos anteriores se tomará como referencia para la elaboración de planos y distancias definitivas de construcción, las distancias de ANFO, ya que es el explosivo que da una mayor proporción en distancia de seguridad requerida, en caso de algún siniestro es la mayor distancia de la onda expansiva de dicha explosión no programada. Que podría causar daños a personas, propiedades, equipos, etc. Y cualquier objeto que se puede ver dañado en su alrededor del polvorín de almacenamiento.

Tabla N°3.8 Relación distancia de seguridad del ANFO

referencia	distancia
Distancia de seguridad polvorín con parapeto.	159 [Metros]
Distancia de seguridad polvorín sin parapeto.	318 [Metros]
Distancia a caminos públicos.	48 [metros]
Distancia a línea de ferrocarriles	16 [metros]
Distancia de un almacén a otro almacén sin parapeto.	49 [metros]
Distancia de un almacén a otro almacén con parapeto.	22 [metros]
Distancia de un almacén a otro almacén subterráneo o enterrado.	14 [metros]

3.7 PARÁMETROS Y VARIABLES PARA LA SELECCIÓN DE UN TIPO POLVORÍN

Se requiere implementar un tipo de polvorín que sea más factible para su instalación e implementación, ya que se cuenta con recursos económicos ajustados para una sola inversión definitiva, al momento de su adquisición, basándose en sus dimensiones y/o capacidad requerida para su almacenamiento, con una capacidad de 2,665 metros cúbicos para los explosivos secundarios, otro de 0,0013 metros cúbicos para explosivos primarios, esto representa el volumen utilizado por los explosivos dentro de cada almacen.

Otros motivos a tomar en consideración es que la faena no cuenta con labores antiguas, disponibles para la construcción de un polvorín ya sea subterráneo o enterrado. Ya que estos tipos de polvorines se realizan cuando las labores tiene planes de vida de la faena extensos y fidedignos planificados, para respaldar la utilización de estos polvorines, siendo que estos necesitan un estudio y construcción más elaborada, tomando en cuenta los paramentos y variables.

Las especificaciones del polvorín para la construcción y características de este, se debe tomar en cuenta la naturaleza de las puertas, ventanas, techo, piso, muros, ventilación, instalación eléctrica, pararrayos, conexión a tierra, parapetos, custodia, sistema contra

incendio, etc. Y cualquier característica que sea necesario para la prevención y mantención de un buen estado del polvorín.

Uno de sus objetivos a mediano plazo de la empresa, es aumentar su producción, por lo cual se necesita realizar un estudio geológico y movimiento de macizo rocoso, para lo que se requiere un polvorín sencillo de mover dentro del área de explotación. Además que sea amigable con el medio ambiente, por otro lado, se requiere que sea de fácil reutilización en cualquier ámbito que se desee reinsertar, que no genere mayores impactos ambientales en el lugar que se desea instalar, ya sea en el lugar de la faena o en el momento de cierre de faena, también se necesita que sea sencillo de retirar y reutilizar, dándole otra utilidad, ya sea para la misma empresa o para la sociedad.

Otro de los factores a evaluar es la cuantificación de explosivos requerido para la producción, por lo que se requiere un almacén de gran envergadura en capacidad volumétrica de acopio. [Como lo indica la tabla 3.5] Tomando en cuenta el embalaje de fábrica de cada uno de los explosivos, como también los espacios de libre de acceso a cada uno de los lugares dentro del almacén, para así tomar las dimensiones del tipo de polvorín.

Uno de los requerimientos más importantes para la implementación de un tipo de polvorín, son las distancias de seguridad. Como también la seguridad, tanto de los trabajadores como la del mismo almacén. Por lo que se requiere un polvorín que cumpla cada y uno de los requisitos, sin poner en riesgo la vida de personas, producción y equipos, por ende es un factor intransigible.

Tomando en cuenta todo lo antes mencionado, lo más factible y viable es la instalación de un polvorín de superficie, tipo container tomando en cuenta su infraestructura y sus parámetros [explicado en el enunciado 2.2.3.1]

3.8 TIPOS DE CONTAINERS ADAPTABLES A ALMACENES DE EXPLOSIVOS SECUNDARIOS

3.8.1 Contenedores de carga seca

El contenedor de carga seca son de uso general, se puede encontrar dos dimensiones de 20 y 40 pies, son fabricados de aluminio y acero, las capacidades son de 25 y 27,6 toneladas respectivamente

3.8.1.1 Contenedor de carga seca de 20 pies

3.8.1.1.1 Dimensiones exteriores sistema internacional
Sus dimensiones son de 2,43 metros de ancho, 6,06 metros de largo, 2,5 metros de alto

3.8.1.1.2 Dimensiones interiores sistema internacional
Sus dimensiones don de 2,35 metros de ancho, 5,9 metros de largo, 2,39 metros de alto

3.8.1.1.3 Capacidad volumétrica
Capacidad volumétricas de 33.2 metros cúbicos

3.8.1.2 Contenedor de carga seca de 40 pies

3.8.1.2.1 Dimensiones exteriores sistema internacional
Sus dimensiones son 2,43de ancho, 12,19 metros de largo, 2.59 metros de alto

3.8.1.2.2 Dimensiones interiores sistema internacional
Sus dimensiones son de 2,35 metros de ancho, 12,03 metros de largo, 2,39 metros de alto

3.8.1.2.3 Capacidad volumétrica
Capacidad volumétrica de 67.7 metros cúbicos

Figura 3.6: Estructura de contenedor.

Fuente: 3dexport, 2019

3.8.2 Contenedor techo abierto

El contenedor open top lo podemos encontrar en dos dimensiones estándares de 20 y 40 pies, las cargas máximas para los contenedores son de 28 toneladas y 30 toneladas respectivamente, con características de estándares internacionales, este contenedor tiene la particularidad de que en la parte del cielo del contenedor, está abierto y se cubre con una

lona o con cualquier otro material si es requerido, siendo muy viable el acondicionamiento de un techo de fácil remoción.

3.8.2.1 Contenedor open top de 20 pies

3.8.2.1.1 Dimensiones exteriores sistema internacional
Sus dimensiones son de 6,10 metros de largo, 2,44 metros de ancho, 2,59 metros de alto.

3.8.2.1.2 Dimensiones interiores sistema internacional
Sus dimensiones son de 5,898 metros de largo, 2,352 metros de ancho, 2,393 metros de alto.

3.8.2.1.3 Capacidad volumétrica
Capacidad volumétrica es de 32 metros cúbicos

3.8.2.2 Contenedor open top de 40 pies

3.8.2.2.1 Dimensiones externas sistema internacional
Sus dimensiones son de 12,19 metros de largo, 2,44 metros de ancho, 2,59 metros de alto.

3.8.2.2.2 Dimensiones interiores sistema internacional
Sus dimensiones son de 12,025 metros de largo, 2,352 metros de ancho, 2,393 metros de alto.

3.8.2.2.3 Capacidad volumétrica
Capacidad volumétrica de 64,5 metros cúbicos

Figura 3.7: Estructura del contenedor.

Fuente: 3dexport, 2019

Tomando los antecedentes anteriores expuestos, se sugiere la implementación y acondicionamiento de un conteiner modelo open top, de capacidad de 32 metros cúbicos, ya que su principal ventaja es que tiene techo abierto, el que se puede acondicionar con un techo de fácil remoción para una onda expansiva en caso de una explosión no deseada, como también cumple con la capacidad de almacenaje de todo el explosivo mensual

requerido para la producción. Este container cumple con todos los parámetros y variables para la selección de un tipo de polvorín.

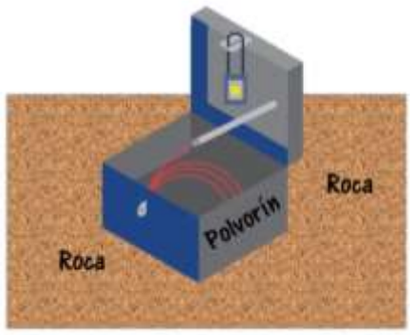
3.9 ALMACEN PARA EXPLOSIVOS PRIMARIOS

Cabe mencionar que los explosivo primario utilizados por la minera La Polvareda son los detonadores fulminantes N° 8, estos necesitaran estar separados y alejados con los explosivos secundarios por precaución a una posible detonación involuntaria, es por esto que se deben tomar las restricciones de distancias de seguridad, como también las de su almacenaje.

3.9.1 Almacen tipo bóveda enterrado

Un almacen enterado tipo bóveda que consiste en una excavación en la tierra o roca sólida y de buena calidad, se deben implementar todo los requisitos bajo las normas de seguridad y reglamentarias, debe tener techumbre o tapa adecuadamente resistente, este polvorín debe tener las dimensiones de 2 metros de ancho, 2 metros largo y un alto de 1 metro, adaptable a la cantidad de metros cúbicos requeridos para almacenar los explosivos detonadores, la excavación debe tener un revestimiento material metálico de fierro, pintado con pintura antioxidante, con un interior con algún tipo de revestimiento o material aislante como madera o goma, para mantener los explosivos en óptimas condiciones.

Figura 3.8: Polvorín enterrado tipo bóveda



Fuente: Manejo de explosivos Sonami, 2014

3.10 COSTOS SOSIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS ALMACENES

Los costos asociados que tendrá la faena minera La Polvareda para la implementación de los almacenes de explosivos primarios y secundarios, cabe mencionar que se recomienda la implementación de un polvorín tipo container y un polvorín enterrado tipo bóveda.

3.10.1 Costos asociados al almacen de explosivos secundario

Tabla N°3.9 Costos de implementación de almacen secundario

Polvorín Secundario				
Materiales o Implementos	**Costos Estimados**			**Referencia**
	Costo unitario	**Unidad requerida**	**Costo total**	
Container OPEN-TOP 20 PIES	$ 1.500.000	1	$ 1.500.000	Mercado libre
Varilla de toma tierra	$ 5.490	1	$ 5.490	Sodimac
Goma de revestimiento	$ 15.900	7	$ 111.300	Mercado libre
Ventilación(tuvo de PVC)	$ 1.490	1	$ 1.490	Sodimac
Lámpara de seguridad	$ 19.760	2	$ 39.520	segurycel
Techo (plancha SIC)	$ 7.390	8	$ 59.120	Sodimac
Techo (madera pino cepillado)	$ 1.690	15	$ 25.350	Sodimac
Pallets	$ 3.490	5	$ 17.450	Mercado libre
		total costo	$ 1.759.720	

En la tabla se aprecian los costos asociados a la implementación del polvorín de explosivos secundario para la minera La Polvareda, este polvorín es de superficie tipo container, el container recomendado es un modelo open top de 20 pies con una capacidad de 32 metros cúbicos, el cual se debe adaptar de acuerdo a la ley de Armas y Explosivos.

Para la adaptación de acuerdo la normativa vigente se requiere revestir la puerta con goma, dicha goma de dimensiones 1 metro de ancho por 1 metro de largo, por lo que se requieren un total de 7 gomas, dada las dimensiones del container. Para la adaptación de techo se requiere planchas de zinc de 85 centímetros de ancho por 3,6 metros de largo, por lo que se requiere un total de 8 planchas de dicho material. Las planchas de zinc van sobre una estructura de madera, usando madera de pino de 2 centímetros de ancho por 2 centímetros de alto y un largo de 3,20 metros, para lo que se requiere un total de 15 maderas.

La ley de Armas y explosivos exige la instalación de accesorios en el interior de polvorín tales como varilla de descarga de energía, pallet de madera para mantener orden de los explosivos; también requiere ventilación mediante tubería e iluminación mediante lámparas de seguridad minera.

Todos los costos asociados a la implementación de un almacen de explosivos primarios, tienen un costo total estimado de $ 1.760.000 mil pesos aproximadamente, que pueden variar de acuerdo a la ofertas del mercado nacional.

3.10.2 Costo asociado al almacen de explosivos primario

Tabla N°3.10 Costos de implementación de almacen primario

Polvorín Primario				
Materiales o Implementos	**Costos Estimados**			**Referencia**
	Costo unitario	**Unidad requerida**	**Costo total**	
Horas maquina	$ 35.000	1	$ 35.000	Excavaciones congelar
Planchas de acero	$ 25.490	8	$ 203.920	Sodimac
Goma de revestimiento	$ 15.900	4	$ 63.600	Mercado libre
Pintura anti oxidante	$ 13.990	1	$ 13.990	Sodimac
Cerradura	$ 26.900	1	$ 26.900	Sodimac
Perfil tubular	$ 6.101	14	$ 85.414	Sodimac
Varilla de toma tierra	$ 5.490	1	$ 5.490	Sodimac
Ventilación(tuvo de PVC)	$ 1.490	1	$ 1.490	Sodimac
Lámpara de seguridad	$ 19.760	1	$ 19.760	segurycel
		total costo	$ 455.564	

En la tabla se aprecian los costos asociados a la implementación del polvorín de explosivos primarios para la minera La Polvareda, este polvorín es enterrado tipo bóveda, donde se debe elaborar una excavación en un terreno solido de material competente, para esto es necesario realizar una remoción de terreno con una excavadora, de dimensiones de 2 metros de ancho por 2 metros de largo y 2 metros de alto.

Para dar cumplimiento a los requerimientos de la ley de Armas y Explosivos es necesario implementar este almacen de explosivos de acuerdo a la normativa vigente, para la construcción de la puerta de acceso y la estructura de interior del almacen, se necesita tubos de perfil de 6 metros de largo, para lo que se requieren un total de 14 perfiles. El almacen debe estar reforzado con planchas de acero, en el mercado de encuentran planchas de dimensiones de 3 metros de largo por 1 metro de ancho, por lo que se requieren 8 planchas de este material, el cual debe estar pintadas con pintura antioxidante, luego este acero debe ser revestido con goma, que tiene una dimensión de 1 metro de ancho por 1 metro de largo, por lo que se necesita 4 gomas de acuerdo a esta cotización.

Algunos de los requerimientos que entrega la ley, es la instalación de accesorios en el interior de polvorín tales como varilla de descarga de energía, ventilación mediante tubería e iluminación mediante lámparas de seguridad minera.

Todos los costos asociados a la implementación de un almacen de explosivos primarios, tienen un costo total estimado de $ 455.000 mil pesos aproximadamente, que pueden variar de acuerdo a la ofertas del mercado nacional.

3.10.3 Costos asociados del exterior de los almacenes

Tabla N°3.11 Implementación del exterior de los almacenes.

Implementación del exterior de los polvorines					
Materiales o Implementos		**Costos Estimados**			**Referencia**
		Costo unitario	**Unidad requerida**	**Costo total**	
cierre perimetral	Malla cuadriculada	$ 90.890	14	$ 1.272.460	Sodimac
	Poste rollizo	$ 2.249	170	$ 382.330	Sodimac
	Alambre de seguridad	$ 32.990	34	$ 1.121.660	Sodimac
Iluminación	Foco con sensor de movimiento	$ 9.990	6	$ 59.940	Sodimac
Seguridad	Alarma	$ 39.990	1	$ 39.990	Easy
	Extintor	$ 27.990	1	$ 27.990	Sodimac
	Plancha de descarga	$ 25.490	1	$ 25.490	Sodimac
	Señaléticas	$ 4.290	7	$ 30.030	Sodimac
	Portón de seguridad	$ 50.000	2	$ 100.000	Mercado libre
	Cerraduras	$ 26.900	2	$ 53.800	Sodimac
Parapeto	Horas maquinas	$ 35.000	4	$ 140.000	Excavaciones congelar
Control	Libro de acta	$ 3.300	1	$ 3.300	Mercado libre
	Radio boqui toquis	$ 64.990	1	$ 64.990	Mercado libre
			total costo	$ 3.296.490	

En la presente tabla podremos visualizar los costos asociados a la implementación del exterior de los almacenes de explosivos, primarios y secundarios, para la minera La Polvareda, cabe destacar que para la implementación de los almacenes es necesario cercar el perímetro, contar con la iluminación y seguridad que instruye la ley 17.798 y sus artículos.

Para esto es necesario saber las distancias de seguridad, (Como lo indica el capítulo 3 en el punto 3.6 Distancia de seguridad.), que se encuentran desde el almacen hasta el parapeto y desde el parapeto hasta el cierre perimetral para así poder determinar las unidades requeridas para el cierre y sus materiales asociados, para esto es necesario poder dimensionar los perímetros, en un primer lugar determinar las distancias de seguridad desde el exterior del almacen hasta el parapetos que serán de 22,5 metros según cálculos requerido para la ley e ilustrado en los planos expuestos en el anexo de este trabajo (Como lo ilustra la figura 4.6, 4.7,4.8 en el anexo).

En segundo lugar se suma el ancho del parapeto de 4 metros y 1 metro como medida de seguridad, cumpliendo así con el perímetro desde el exterior del polvorín con el radio de 25 metro como lo indica la ley de Armas y Explosivos.

Los datos obtenidos mediante cálculos arrojan un total de 338,8 metros de perímetro, por lo que para el cierre perimetral se necesitan 14 mallas cuadriculada de 25 metros cada una, un total de170 postes rollizo, colocados cada 2 metros de distancia y 34 rollos de alambre de seguridad, ya que cada rollo contiene una cantidad de 10 metros cada uno.

En cuanto a la iluminación se recomienda la instalación de focos con sensor de movimiento, con recarga de energía solar, evitando la instalación de energía eléctrica que pueda generar un siniestro o accidente al producir chispa o llama, requisito de la ley de Arma y explosivos.

La seguridad es un tema primordial para la instalación de un polvorín, ya que al producirse un accidente, puede generar daños irreparables, tanto para el personal como equipos involucrados en la faena minera, es por este que se requiere la instalación de elementos de protección como alarma de seguridad, extintor, plancha de descarga eléctrica, señaléticas con el fin de guiar, orientar u organizar al personal de trabajo de la faena y un parapeto, para lo cual se utiliza maquinaria pesada como lo es una excavadora. Por ultimo para mantener un control de acceso y área restringida solo para personal autorizado, es necesario contar con 2 portones de acceso, con sus respectivas cerraduras. Un libro de acta autorizada por la autoridad fiscalizadora y radio boqui toqui de comunicación inmediata para el personal en caso de emergencia o trabajo cotidiano dentro del área de la faena minera.

Todos los costos asociados a la implementación exterior de los almacenes de los explosivos tienen un costo total estimado de $ 3.290.00 mil pesos aproximadamente, que pueden variar de acuerdo a la ofertas del mercado nacional.

3.11 RECOMENDACIONES PARA LA FAENA MINERA EN ESTUDIO

Se recomienda para la minera La Polvareda, la implementación de un polvorín tipo container open top de 20 pies en superficie, para los explosivos secundarios. Este almacen cumple con la capacidad requerida de 2,49686352 metros cúbicos, otorgando un espacio amplio para un orden y distribución de los explosivos. El container de 20 pies se debe implementarse de acuerdo a los requerimientos de la ley de Armas y Explosivos, como lo es un techo de fácil remoción, en caso de accidente sea removido por la onda expansiva, revestimiento de goma, varilla de descarga para la energía estática, ventilación e iluminación no eléctrica.

Un polvorín enterrado tipo bóveda, para los explosivos primarios o detonadores, de dimensiones 2 metros de ancho por 2 metros de largo y un alto de 2 metros de alto, cumpliendo con la capacidad requerida de 0,001323 metros cúbicos, entregando espacio suficiente para los explosivos requerido para la explotación de la minera en estudio, para la elaboración se necesita maquinaria pesada. Este almacen de debe ser implementado con accesorios requeridos de acuerdo a la ley de Armas y Explosivos, como lo son una estructura de perfiles de acero y planchas de acero, revestida con goma y pintada antioxidante. También debe contar con ventilación, varilla de descarga para la energía estática e iluminación no eléctrica.

Ambos polvorines contaran con parapeto de roca y tierra compactada de 3 metro de alto con un ángulo de 60°, en cuanto a la seguridad y control, se requiere iluminación no eléctrica con sensor de movimiento, alarma, extintor, señalética, portones de seguridad con sus respectivas cerraduras. Los almacenes contaran con un cierre perimetral de un radio de 25 metros desde el exterior de dichos polvorines, de una altura de 2,5 metros, también se debe implementar un libro de acta y registro de todo los movimientos de los explosivos; uso de radio para el personal dentro de la faena minera.

Todos los costos asociados a la implementación los almacenes de los explosivos tienen un costo de implementación total estimado de $5.520.000 mil pesos aproximadamente, que pueden variar de acuerdo a la ofertas del mercado nacional. Siendo este la opción más viable para la faena minera La Polvareda De acuerdo a distintos parámetros involucrados dentro del área de explotación lo son las distancias de seguridad, facilidad de movimiento dentro del área si es requerido, siendo un punto importante a considerar que la faena se encuentra en estudio geológico y no cuenta con labores antiguas adaptables a otro tipo de polvorín.

Figura 3.9: Vista panorámica aérea de la faena minera la polvareda, con posibles ubicaciones de los almacenes de explosivos.

Fuente: google maps

CONCLUSIÓN

Para concluir este trabajo de título, se puede dar por logrado el objetivo de evaluar un tipo de polvorín requerido en la minera La Polvareda. Mediante una investigación basada en la Ley de Armas y Explosivos 17.798, para el proceso de inscripción y legalización de un polvorín en nuestro país, Bajo las normativas vigentes chilenas. Como también la cuantificación del explosivo en consumo mensual de la minera, el cual por medio de la guía del explosivista de la empresa Enaex, se obtuvo los metros cúbicos necesarios que debe tener el lugar de almacenamiento.

Esto fue logrado por medio de la recopilación de información a través de visitas a todas las oficinas gubernamentales y lugar de faena de la propiedad minera correspondiente, en que se requería cada documento y antecedentes necesarios para llevar a cabo evaluación.

En primera instancia se puede concluir y clasificar dentro de los 2 tipos de polvorín, ya sea fijos y móviles. Los cuales por características de construcción, condiciones internas de almacén, instalaciones, elementos de seguridad para cada uno de estos y parámetros básicos de instalación, se puede diferenciar según su requerimiento. Donde se puede señalar que los polvorines móviles, sólo se pueden usar para transporte y uso temporal de explosivos, con una menor cantidad para el consumo. En caso contrario los almacenes fijos pueden almacenar una gran cantidad explosivos y de forma permanente, aunque se requiere una mayor inversión para su instalación e implementación. En tanto para la implantación de un polvorín de superficie se requiere una habilitación de un lugar especial dentro de la faena minera, los que por razones de seguridad se puede usar con parapeto. Cabe destacar que para la instalación de cada uno de estos polvorines una minera, existe normas establecidas y supervisadas para su construcción e instalación, teniendo como prioridad la seguridad de todo los que se encuentre en la cercanía de un polvorín en caso de un accidente, siniestro o explosión no controlada. Otro punto importante es, que para el almacenaje de los explosivos dentro de un polvorín, jamás se pueden almacenar los explosivos primarios y secundarios juntos. La implementación de cualquier polvorín, queda condicionada a las condiciones y características de la minera según su necesidad.

En segunda instancia, se encuentra detalladamente toda la documentación que es como requisito para la inscripción como consumidores habituales de explosivo, en el rango que esta la minera La Polvareda. Adonde se destaca cada institución involucrada para la inscripción de un polvorín, como lo son la Dirección General de Movilización Nacional, encargada de realizar la autorización de un polvorín, el Sernageomin que está a cargo de autorizar el reglamento de manipulación de explosivos, la Autoridad Fiscalizadora, quien está a cargo la inscripción y control de los polvorines, caso en este la A.F de Illapel, región

de Coquimbo. Todos los documentos deben ser recolectados y retirados en las oficinas correspondientes, otros elaborados por la empresa, se debe entregarse 3 carpetas idénticas a la A.F, la que está encargado de revisar e inscribir el polvorín, dicha inscripción la otorga la DGMN.

Como última parte de la conclusión, se obtuvo mediante cálculos que para la producción mensual de la minera La Polvareda, basado en el catálogo del explosivista de la empresa Enaex, principal distribuidora de explosivos en Chile y datos recopilados en terreno de la minera. Obteniendo un volumen de explosivos primarios de 0,001323 m^3, fulminantes y volumen de explosivos segundarios 2,496863 m^3, ANFO, emulsión y mecha de seguridad. En tanto a la distancia de seguridad. Calculadas en base a lo establecido por ley de Armas y Explosivos, y fórmulas normalizadas, se obtuvo que se deben elaborar planos, construcción y medidas de seguridad en razón de las distancias de seguridad del ANFO, ya que es la de mayor cantidad y poder de una onda expansiva en caso de un siniestro. Mediante parámetros y datos recopilados en terreno de la minera La Polvareda, es más viable y fácil la instalación un polvorín de superficie, tipo conteiner para explosivos secundarios. La selección de un conteiner está relacionada a la capacidad y características técnicas de cada uno de ellos, siendo el más factible un container open top de 20 pies. En tanto para los explosivos primarios un polvorín enterrado tipo bóveda.

El presente trabajo de título ayuda al requirente del procedimiento, determinar un tipo de polvorín para la minera La Polvareda y el proceso de inscripción como legalización de este, donde se puede encontrar toda la información en un mismo texto, excusando la necesidad de visitar todas las oficinas, ahorrando tiempo, recursos y ayuda a la elaboración de un proyecto de instalación con los datos arrojados para la minera.

RECOMENDACIONES

- Para la documentación de inscripción del polvorín se recomienda verificar en cada institución involucrada, que la documentación se encuentre al día bajo toda las normas chilenas vigentes, y los que no estén actualizados, se debe realizar lo correspondiente para contar con la documentación completa al momento de entregarla a la autoridad fiscalizadora.

- Elaborar con anticipación un reglamento de seguridad detallado, para la manipulación de explosivos y obtener la aprobación del Sernageomin.

- Para la elaboración de planos y cálculos de distancias de seguridad, se recomienda el uso de programas de computación, tales como Excel y Auto cad, ayudando evitar el error, teniendo resultados más detallados.

- Se recomienda basarse en los resultados obtenidos del ANFO, para el diseño y elaboración del polvorín, según las distancias de seguridad. Ya que es el explosivo con mayor potencia explosiva.

- Se recomienda la implementación de un polvorín tipo container open top de 20 pies en superficie, para los explosivos secundarios y un polvorín enterrado tipo bóveda, para los explosivos primarios o detonadores, ambos polvorines con parapeto, siendo este la opción más viable para la faena minera La Polvareda. De acuerdo a distintos parámetros involucrados dentro del área de explotación.

- Se recomienda el uso de parapeto para la instalación del polvorín, entregando más seguridad y disminuye las del uso de terreno, ya que contaría menos distancia de seguridad.

- Al momento de realizar la elaboración, construcción y acondicionamiento de un polvorín, tomar en cuenta y prevenir todas las medidas de seguridad correspondientes.

- Se recomienda contar con toda la documentación al día, de la propiedad minera, los manipuladores de explosivos, del polvorín tales como autorización y el libro de control de explosivo.

ANEXOS

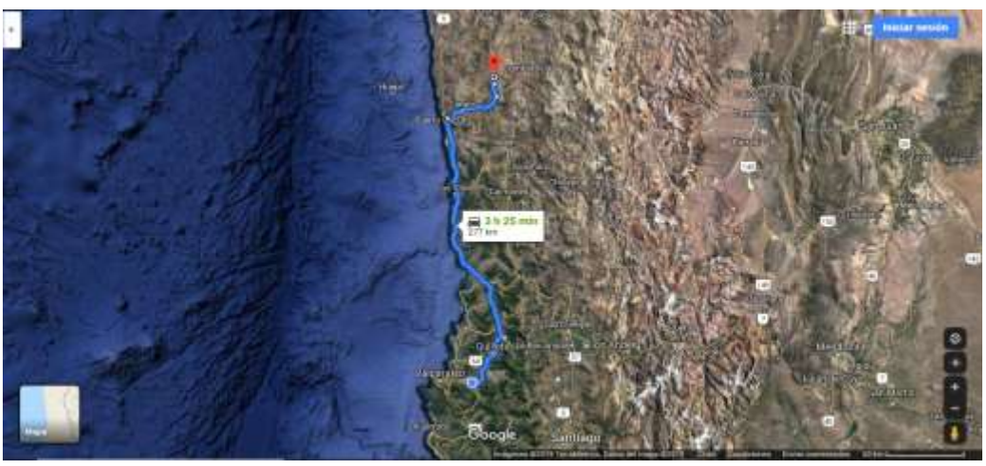
Figura 4.1: Vista panorámica aérea de la faena minera la polvareda

Fuente: google maps

Figura 4.2: Ubicación de la minera con localidad más cercana

Fuente: google maps

Figura 4.3: Distancia entre la faena minera y la Universidad Federico Santa Maria sede de Viña del Mar

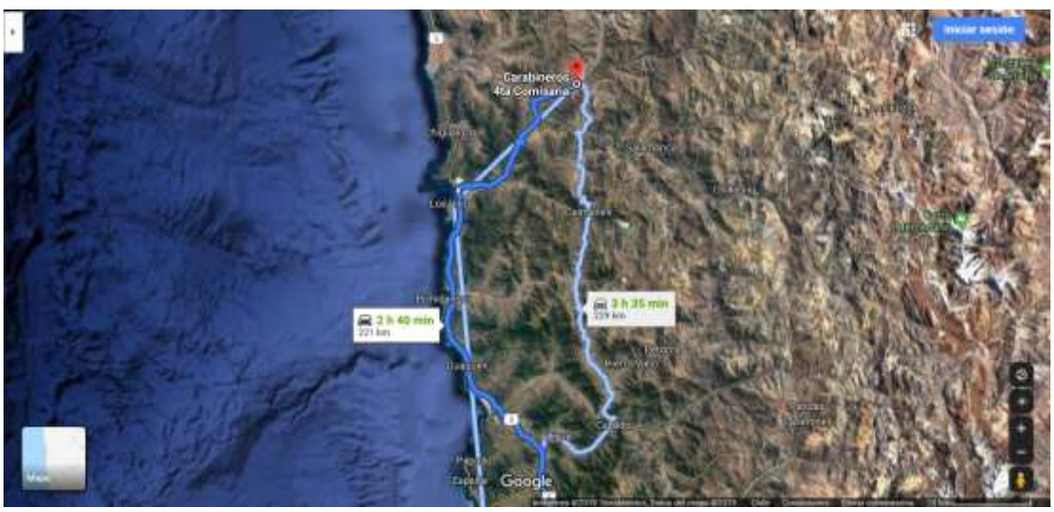


Fuente: google maps

Figura 4.4: Ubicación de Carabineros 4ta Comisaria - O'Higgins 189, Illapel, Coquimbo

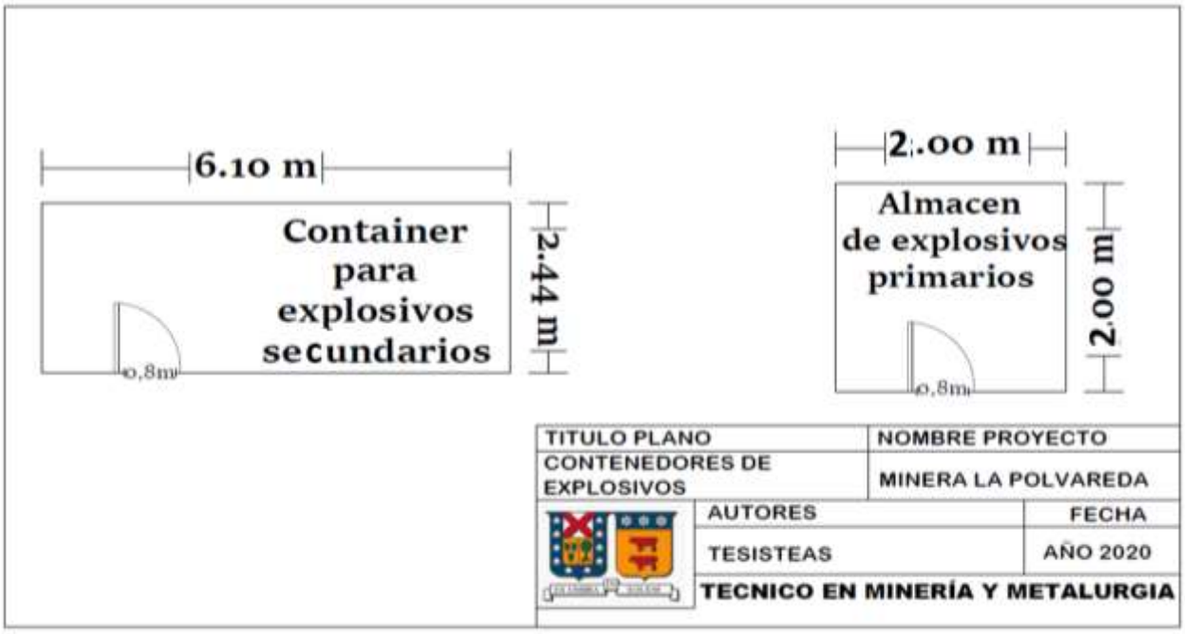
Fuente: google maps

Figura 4.5: Distancia de la faena minera con la Autoridad Fiscalizadora más cercana



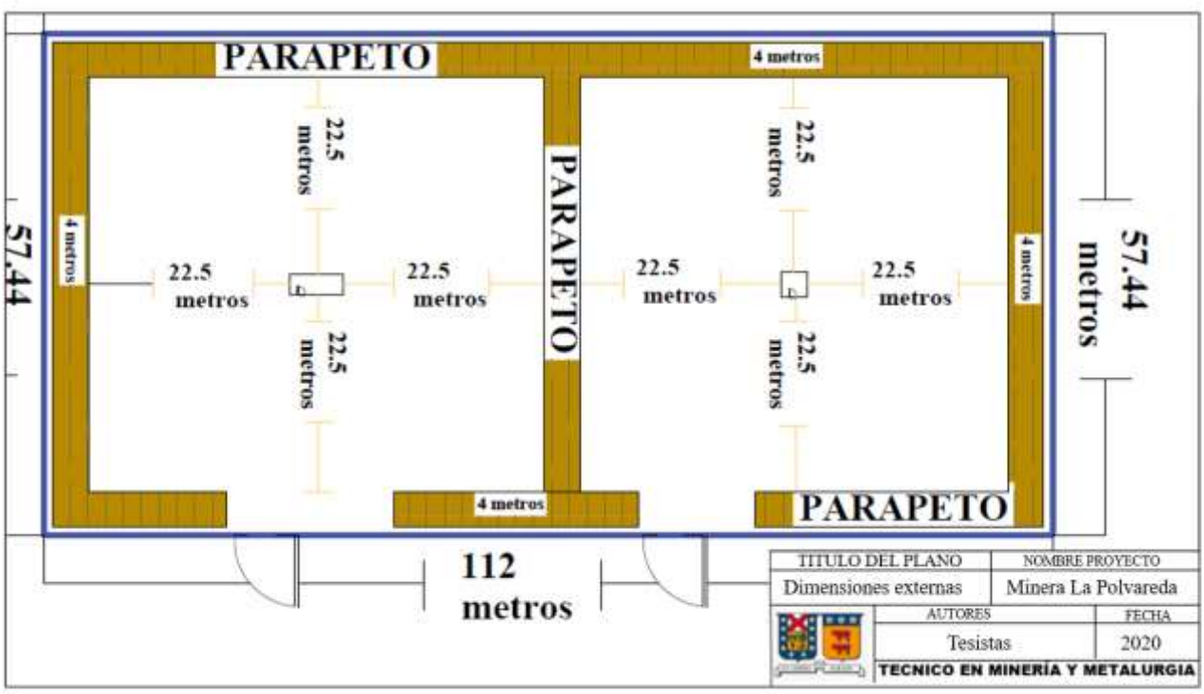
Fuente: google maps

Figura 4.6: Bosquejo de contenedores de explosivos primarios y secundarios



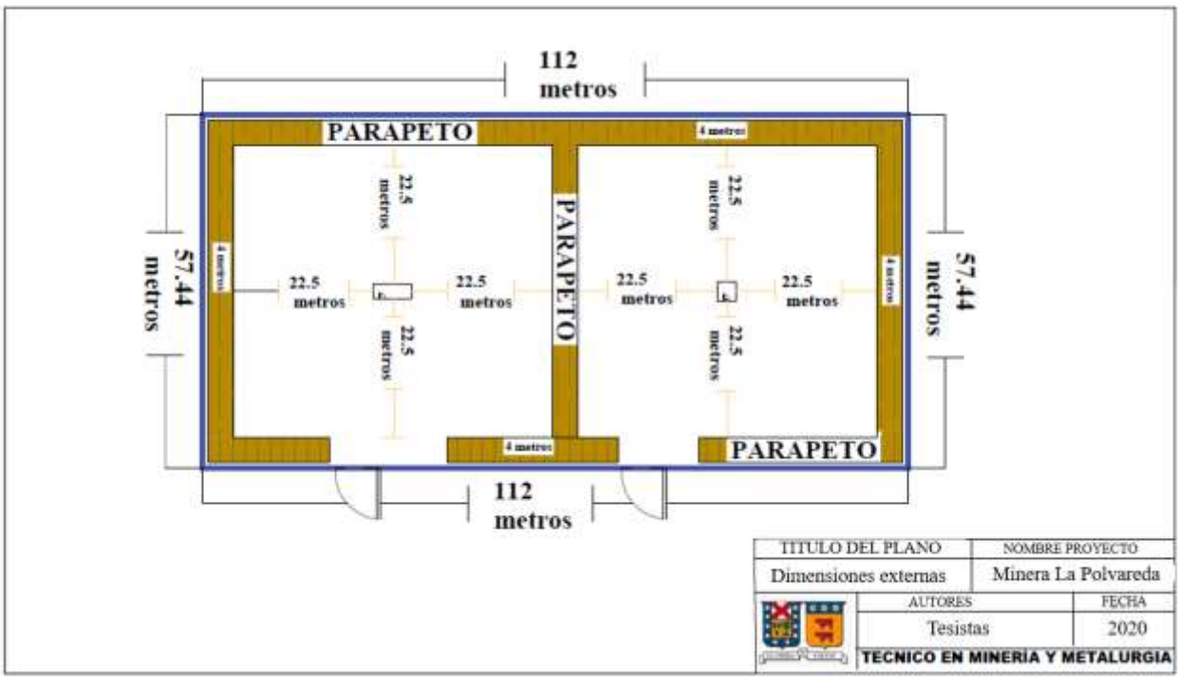
Fuente: tesistas

Figura 4.7: Bosquejo de contenedores con distancia de seguridad y medidas de seguridad



Fuente: tesistas

Figura 4.8: Bosquejo del plano total de explosivos con medidas de seguridad



Fuente: tesistas

Figura 4.9: Ficha de inscripción de consumidor habitual documentó requerido para la inscripción de un polvorín

DGMN
Ministerio de Defensa
Gobierno de Chile

N° _____

SOLICITUD INSCRIPCIÓN O RENOVACIÓN EN LOS REGISTROS NACIONALES DE : IMPORTADOR, EXPORTADOR, CONSUMIDOR HABITUAL DE EXPLOSIVOS O PRODUCTOS QUIMICOS

FECHA		COMPROBANTE DE PAGO N°		ITEM	
AUTORIDAD FISCALIZADORA					
A LA DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIZACIÓN NACIONAL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE ARMAS Y EXPLOSIVOS SANTIAGO					
NOMBRE DE LA EMPRESA				RUT.:	
DIRECCIÓN :				FONO:	
REGION:		PROVINCIA		COMUNA:	
REPRESENTANTE LEGAL				RUT.:	
SEXO		FECHA NACIMIENTO		NACIONALIDAD	
DOMICILIO PARTICULAR				FONO	
REGION		PROVINCIA		COMUNA	
SOLICITA INSCRIBIRSE EN LOS SIGUIENTES RUBROS :					
DIRECCIÓN DE LUGARES DE ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS (NO EXPLOSIVOS)					
EN CASO DE INSCRIPCIONES RELACIONADAS CON EXPLOSIVOS Y PARA LOS CONSUMIDORES HABITUALES DE EXPLOSIVOS INDICAR :					
1. RESOLUCIÓN INSCRIPCION DE POLVORINES :		2. RESOLUCIÓN INSCRIPCIÓN POLVORINES			

Fuente: DGMN.CL

LINKOGRAFÍA

https://nubeminera.cl/manual-inscripcion-legalizacion-polvorines/

http://www.worldshipping.org/about-the-industry/containers/dry-cargo-containers

https://www.icontainers.com/es/ayuda/contenedor-open-top/

https://www.innovacom.cl

https://www.sernageomin.cl

https://www.sonami.cl

https://www.leychilena.cl

http://www.minmineria.gob.cl/

http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/presentaciones-geo/Manejo-explosivo-en-la-mineria(EduardoAriasSernageomin).pdf

https://www.bcn.cl/leyfacil/recurso/control-de-armas