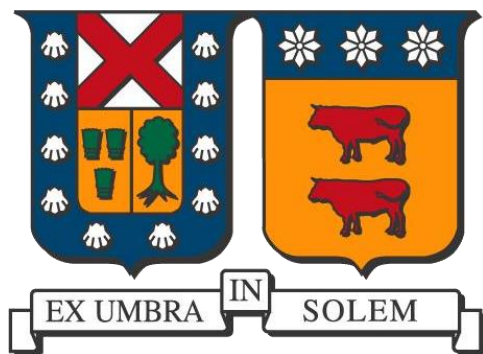


**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y DE MATERIALES**  
**SANTIAGO – CHILE**



**“ANÁLISIS DE COSTOS EN LA PEQUEÑA MINERÍA:  
DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE CUENTAS  
DE COSTOS ADAPTADOS”**

**SOFÍA VALENTINA CARRASCO CHÁVEZ**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL DE MINAS**

**PROFESOR GUÍA**  
**VICTOR ENCINA MONTENEGRO**

**PROFESORES CO-REFERENTES**  
**TATIANE MARIN**

**OCTUBRE 2024**

## **Resumen**

El estudio tiene como objetivo principal desarrollar una metodología integral para el análisis de costos de producción adaptada a las particularidades de la pequeña minería en Chile. Se reconoce la importancia de este sector en el norte y centro del país, así como su vulnerabilidad ante la incertidumbre. En este contexto, comprender y gestionar eficientemente los costos resulta crucial para garantizar la viabilidad económica y la continuidad de los emprendimientos mineros, especialmente en áreas donde no hay alternativas significativas de generación de ingresos.

La Sociedad Nacional de Minería muestra un marcado interés en esta investigación, dado que la información obtenida será de utilidad para la capacitación y el asesoramiento de sus socios, así como para proponer políticas estatales y medidas de apoyo al sector minero.

La metodología propuesta implica la creación de una mina prototipo que sirva como modelo de referencia, representando las características y procesos comunes de la pequeña minería. Para ello, se ha iniciado una exhaustiva recopilación de datos mediante encuestas, trabajo de campo y acceso a información confidencial proporcionada por la Empresa Nacional de Minería. Se focaliza específicamente en la minería subterránea, abordando las operaciones unitarias de perforación, tronadura, carguío y transporte tanto dentro de la mina como hacia la planta de procesamiento.

Con el fin de simplificar el análisis, se ha decidido concentrarse en estas operaciones clave. A partir de la información recopilada, se han realizado cotizaciones para integrar los costos en una hoja de cálculo en formato Excel.

Adicionalmente, con el propósito de comparar los distintos elementos que pueden incidir en la operación minera, se contempla la creación de varias minas prototipo adicionales basadas en el primer modelo. Este enfoque permitirá trazar una curva de costos totales a medio y largo plazo, analizando su relación con las economías de escala. Se realizarán ajustes, incluyendo o eliminando volumen de producción en cada mina según sea necesario, para evaluar su impacto en los costos operativos.

## **Abstract**

The main objective of this study is to develop a comprehensive methodology for analyzing production costs adapted to the peculiarities of small-scale mining in Chile. The importance of this sector in the northern and central regions of the country is acknowledged, as well as its vulnerability to uncertainty. In this context, understanding and efficiently managing costs is crucial to ensuring the economic viability and continuity of mining ventures, especially in areas where there are no significant alternative sources of income.

The National Mining Society has shown a keen interest in this research, as the information obtained will be useful for training and advising its members, as well as for proposing state policies and support measures for the mining sector.

The proposed methodology involves creating a prototype mine that serves as a reference model, representing the common characteristics and processes of small-scale mining. To achieve this, an exhaustive data collection process has been initiated through surveys, fieldwork, and access to confidential information provided by the National Mining Company. It specifically focuses on underground mining, addressing unit operations such as drilling, blasting, loading, and transportation both within the mine and to the processing plant.

To simplify the analysis, the decision has been made to concentrate on these key operations. Based on the collected information, quotations have been obtained to integrate costs into an Excel spreadsheet.

Additionally, in order to compare the different elements that may impact mining operations, the creation of several additional prototype mines based on the initial model is being considered. This approach will allow for the plotting of a total cost curve in the medium and long term, analyzing its relationship with economies of scale. Adjustments will be made, including or eliminating production volume in each mine as necessary, to evaluate its impact on operating costs.

## **Agradecimientos**

Quisiera agradecer a mis padres por brindarme la oportunidad y las herramientas necesarias para perseguir mis estudios. Reconozco y agradezco profundamente el apoyo incondicional que me han otorgado, desde los momentos más difíciles hasta aquellos de triunfo. Aprecio enormemente su incansable trabajo para inculcarme todos mis valores y la actitud de siempre poder, sin importar lo desafiante que fuera el camino.

A Felipe cuya presencia ha sido una constante desde los tiempos del colegio hasta el día de hoy. Su comprensión, apoyo y constante ayuda para ser una mejor persona han sido invaluable para mi desarrollo en todas las áreas de mi vida.

No puedo dejar de mencionar a mi querida perrita Coco, cuya llegada durante la pandemia fue una ayuda constante para lidiar con el estrés y la ansiedad de aquel tiempo. Todo lo que hago, lo hago por ella.

Agradezco de manera especial a May, mi segunda madre, por su apoyo incondicional. Gracias por estar siempre presente, especialmente en los momentos más difíciles. Tu sabiduría, cariño y constante aliento han sido fundamentales para que pudiera alcanzar este logro.

A mi familia, quiero agradecerles por siempre estar presentes para brindar una sonrisa, un abrazo, una fiesta, todo lo que necesitara para sentirme mejor. Su presencia ha sido una luz constante en mi vida.

A mi amiga Bárbara, cuya compañía desde el primer día de universidad ha sido fundamental. Su comprensión y apoyo han sido vitales para superar los desafíos que la universidad ha presentado (hartos), y la convierte en la mejor compañera que uno pueda desear.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud al profesor Víctor Encina, cuya confianza en mí desde el principio ha sido fundamental para la realización de esta memoria. Su respaldo ha sido un pilar en mi camino académico y ha dejado una marca en mi desarrollo como profesional.

## **Tabla de contenido**

|                                                             |             |
|-------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>RESUMEN</b>                                              | <b>I</b>    |
| <b>ABSTRACT</b>                                             | <b>II</b>   |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>                                      | <b>III</b>  |
| <b>TABLA DE CONTENIDO</b>                                   | <b>IV</b>   |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>                                    | <b>VII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>                                     | <b>VII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b>                                 | <b>VIII</b> |
| <b>GLOSARIO</b>                                             | <b>VIII</b> |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>                                      | <b>1</b>    |
| <b>1.1. OBJETIVOS</b>                                       | <b>2</b>    |
| <b>1.1.1. Objetivo general</b>                              | <b>2</b>    |
| <b>1.1.2. Objetivos específicos</b>                         | <b>2</b>    |
| <b>1.2. ALCANCES</b>                                        | <b>2</b>    |
| <b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b>                                   | <b>2</b>    |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b>                                     | <b>3</b>    |
| <b>2.1. ÁMBITOS DE TRABAJO DE LA PEQUEÑA MINERÍA</b>        | <b>3</b>    |
| <b>2.1.2. Producción</b>                                    | <b>3</b>    |
| <b>2.2. PEQUEÑA MINERÍA</b>                                 | <b>6</b>    |
| <b>2.2.1. PECULIARIDADES DE LA MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA</b> | <b>6</b>    |
| <b>2.2.2. REGULACIONES DE LA MINERÍA A PEQUEÑA ESCALA</b>   | <b>10</b>   |
| <b>2.2.3. VENTAJAS QUE LA LEGISLACIÓN OTORGA</b>            | <b>12</b>   |
| <b>2.3. MINERÍA SUBTERRÁNEA DE LA PEQUEÑA MINERÍA</b>       | <b>13</b>   |
| <b>2.4. OPERACIONES UNITARIAS</b>                           | <b>14</b>   |
| <b>2.4.1. Perforación</b>                                   | <b>15</b>   |
| <b>2.4.2. Tronadura</b>                                     | <b>19</b>   |
| <b>2.4.3. Carguío</b>                                       | <b>22</b>   |
| <b>2.4.4. Transporte</b>                                    | <b>23</b>   |

|        |                                   |    |
|--------|-----------------------------------|----|
| 2.5.   | CONTABILIDAD DE COSTOS            | 23 |
| 2.6.   | CONCEPTO DE COSTO                 | 24 |
| 2.7.   | CLASIFICACIÓN DE COSTOS           | 24 |
| 2.7.1. | Según asignación                  | 24 |
| 2.7.2. | Según comportamiento              | 25 |
| 2.7.3. | Según función                     | 26 |
| 2.8.   | COSTO EN EFECTIVO                 | 29 |
| 2.8.1. | Metodología Brook Hunt            | 29 |
| 3.     | METODOLOGÍA                       | 32 |
| 4.     | DESARROLLO                        | 32 |
| 4.1.   | ANTECEDENTES PEQUEÑA MINERÍA      | 32 |
| 4.2.   | DESCRIPCIÓN PROCESO DE EXTRACCIÓN | 32 |
| 4.3.   | DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO           | 33 |
| 4.4.   | DESARROLLO DE LA ENCUESTA         | 34 |
| 4.4.1. | ANÁLISIS DE DATOS                 | 34 |
| 4.4.2. | TOMA DE DECISIONES                | 37 |
| 4.4.3. | MODELO DE MINA IDEALIZADA         | 37 |
| 4.4.4. | DISEÑO DE OPERACIONES UNITARIAS   | 38 |
| 4.4.5. | PLANILLA REFERENCIAL DE COSTOS    | 40 |
| 5.     | RESULTADOS                        | 45 |
| 5.1.   | ESCENARIO 1                       | 45 |
| 5.2.   | ESCENARIO 2                       | 46 |
| 5.3.   | ESCENARIO 3                       | 47 |
| 5.4.   | ESCENARIO 4                       | 49 |
| 5.5.   | ESCENARIO 5                       | 50 |
| 5.6.   | DISCUSIÓN                         | 52 |
| 6.     | CONCLUSIONES                      | 54 |
| 7.     | RECOMENDACIONES                   | 55 |
| 8.     | REFERENCIAS                       | 56 |
|        | ANEXO A                           | 1  |

|                |           |
|----------------|-----------|
| <b>ANEXO B</b> | <b>2</b>  |
| <b>ANEXO C</b> | <b>6</b>  |
| <b>ANEXO D</b> | <b>10</b> |
| <b>ANEXO E</b> | <b>13</b> |
| <b>ANEXO F</b> | <b>19</b> |
| <b>ANEXO G</b> | <b>28</b> |
| <b>ANEXO H</b> | <b>32</b> |

## Índice de figuras

**Figura 1:** Conjunto de actividades de la explotación de minas.

**Figura 2:** Trabajo de perforación y equipo de trabajo adecuado.

**Figura 3:** Diagrama de tiros con sus elementos.

**Figura 4:** Esquema cuele en “V”.

**Figura 5:** Esquema corte piramidal.

**Figura 6:** Trabajo de tronadura y sus elementos.

**Figura 7:** Trabajo de carguío del mineral.

**Figura 8:** Tipos de transporte desde la marina al exterior.

**Figura 9:** Representación gráfica de costos variables y fijos.

**Figura 10:** Gráfico de tipo de extracción.

**Figura 11:** Gráfico de barra de las principales menas.

**Figura 12:** Perforadora YT27.

**Figura 13:** Hoja 1 planilla: datos generales.

**Figura 14:** Hoja 2 planilla: insumos.

**Figura 15:** Hoja 3 planilla: cálculo del consumo explosivos.

**Figura 16:** Hoja 3 planilla: consumo de explosivos.

**Figura 17:** Hoja 4 planilla: costos.

**Figura 18:** Costo de producción escenario 1.

**Figura 19:** Costo de producción escenario 2.

**Figura 20:** Costo de producción escenario 3.

**Figura 21:** Costo de producción escenario 4.

**Figura 22:** Costo de producción escenario 5.

**Figura 23:** Curva de costos.

## Índice de tablas

**Tabla 1:** Producción de toneladas métricas finas en los años 2021 y 2022 con su variación.

**Tabla 2:** Producción de minerales metálicos por región, año 2022.

**Tabla 3:** Producción de la minería metálica según empresa.

**Tabla 4:** Precio del cobre anual y precio referencial.

**Tabla 5:** Precio del oro anual.

**Tabla 6:** Precio de la plata anual.

**Tabla 7:** Definiciones de pequeña minería y minería artesanal.

**Tabla 8:** Desglose de costos C1, C2 y C3.

**Tabla 9:** Equipamiento más comunes versus menos comunes.

## **Índice de ecuaciones**

**Ecuación 1:** Fórmula del espaciamiento y burden de los taladros de perforación.

**Ecuación 2:** Fórmula del factor de carga.

**Ecuación 3:** Fórmula del costo fijo unitario.

**Ecuación 4:** Fórmula del costo variable unitario.

**Ecuación 5:** Fórmula de la cuota mensual.

## **Glosario**

**Barrenos:** Dispositivo o herramienta utilizado para realizar agujeros o pozos cilíndricos extrayendo el material sólido perforado.

**Cochilco:** Comisión chilena del cobre.

**Detonación:** Explosión brusca capaz de iniciar la de un explosivo relativamente estable.

**Detritus:** Material que es evacuado desde los pozos de perforación, producto de la penetración de la roca.

**EDT:** Estructura de desglose del trabajo.

**ENAMI:** Empresa Nacional de Minería.

**Kg:** kilogramos.

**Sernageomin:** Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile.

**SONAMI:** Sociedad Nacional de Minería.

**TMF:** Toneladas métricas fina.

**LME:** Bolsa de metales de Londres.

**US\$/lb:** centavos de dólar por libra.

**H&H N.Y:** Cotización HANDY & HARMAN N.Y.

**US\$/oz:** dólares por onza.

## **1. Introducción**

La pequeña minería en Chile desempeña un papel en diversas regiones del país, tanto en la explotación de minerales metálicos como no metálicos. La subsistencia económica de numerosas comunidades se halla vinculada a esta actividad, que genera empleo, fomenta la adquisición de equipos e insumos, y estimula la contratación servicios.

En esencia, la pequeña minería se enfoca principalmente en extraer minerales, ya sea de minas subterráneas o a cielo abierto, cuya producción se vende a través de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI). En ocasiones, estos minerales se someten a procesos de beneficio en pequeñas plantas para obtener concentrados de cobre, oro y plata, que también se comercializan con ENAMI.

Como objetivo principal, se ha desarrollado una metodología de análisis de costos mediante investigaciones. Esta metodología, respaldada por la toma de datos, permite modelar y visualizar una estructura de costos, dando a los productores control sobre las variables internas. Este control optimiza la gestión económica y asegura la continuidad de la actividad minera.

Además, el trabajo realizado tiene como objetivo organizar los costos para que la empresa pueda orientar a los productores hacia una minería sostenible y eficiente en el uso de recursos naturales y energéticos, armonizando la actividad minera con su entorno y respondiendo a las demandas futuras.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Desarrollar una metodología de análisis de costos de producción que se ajusta a las características de la pequeña minería.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Formular un plan de cuentas de costos directos de la producción minera a pequeña escala.
- Aplicar el plan de cuentas propuesto en distintos escenarios.
- Interpretar la información del costo de una operación de pequeña minería.

## **1.2. Alcances**

Esta memoria abarca varios aspectos clave. En primer lugar, es un trabajo de investigación enfocado en pequeños emprendimientos mineros, específicamente aquellos con una capacidad de extracción de menos de 10 000 toneladas mensuales de minería metálica.

El estudio realiza un análisis detallado de los costos en peso chileno asociados a esta actividad, cubriendo todo el proceso de extracción del mineral.

## **1.3. Justificación**

La justificación de esta tesis se fundamenta en varios puntos cruciales. En primer lugar, prácticamente no hay literatura sobre negocios de esta naturaleza. Esta carencia de información representa un vacío significativo en el conocimiento académico y práctico sobre la pequeña minería.

Además, SONAMI necesita este conocimiento para orientar a sus asociados y para proponer mejoras a la política minera de emprendimientos a pequeña escala. La ausencia de directrices claras y basadas en investigaciones rigurosas limita la capacidad de la organización para apoyar efectivamente a sus miembros y fomentar un desarrollo sostenible del sector.

Por último, no existen procedimientos estandarizados para el registro de costos en el negocio de la pequeña minería. Contar con un estándar será muy útil para establecer regulaciones y políticas públicas adecuadas para este sector de la economía. La implementación de estándares claros facilitará la transparencia, eficiencia y sostenibilidad de las operaciones mineras a pequeña escala.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Ámbitos de trabajo de la pequeña minería**

La minería metálica es la actividad relacionada con la explotación de sustancias naturales, de las cuales se puede extraer un elemento metálico. Estos se clasifican en cuatro tipos (Consejo Minero, 2019):

- Básicos: cobre, plomo, zinc, estaño
- Ferrosos: hierro, manganeso, molibdeno, cobalto, tungsteno, titanio, cromo
- Preciosos: oro, plata, platino
- Radioactivos: plutonio, uranio, radio, torio

En minería metálica, Chile tiene operaciones que explotan recursos de cobre, molibdeno, oro, plata, hierro, zinc y plomo (Sociedad Nacional de Minería, 2020).

Mientras que la minería no metálica corresponde a una amplia gama de minerales, rocas y sedimentos, y también algunos materiales sintéticos (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2023):

- Arcillas: arcilla bauxítica, caolín, bentonita.
- Carbonato de calcio: caliza, coquina, carbonato de calcio blanco.
- Cloruro de sodio, diatomita, dolomita, nitratos, pumicita.
- Compuestos de azufre: ácido sulfúrico.
- Compuestos de boro: ulexita, ácido bórico.
- Compuestos de litio: carbonato de litio, sulfato de litio, hidróxido de litio.
- Compuestos de potasio: cloruro de potasio, sulfato de potasio.
- Recursos silíceos: cuarzo, arena silícea.
- Rocas fosfóricas: guano.
- Rocas ornamentales: mármol.
- Sulfato de cobre, turba, yeso, yodo, zeolitas.

#### **2.1.2. Producción**

En la tabla 1 se observa la producción de minerales metálicos y su variación entre el año 2021 – 2022.

Según los datos presentados en la tabla 1, se destaca un aumento positivo en la producción de plomo, con un incremento de 75 toneladas métricas finas (TMF) con respecto al año

anterior. Por otro lado, en términos de variaciones negativas, el zinc experimentó la mayor disminución, con una diferencia de 3 823 toneladas métricas finas (TMF), mientras que el hierro registró la menor disminución, con una variación de 103 493 toneladas métricas finas (TMF).

También se pudo obtener la cantidad de producción por regiones a excepción de las regiones del Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos ya que no presentan producción en los recursos que aparecen en la tabla 2.

**Tabla 1:** Producción de toneladas métricas finas en los años 2021 y 2022 con su variación  
(Servicio Nacional de Geología y Minería, 2023).

| <b>Minerales metálicos</b> | <b>2021</b> | <b>2022</b> | <b>Variación</b> |
|----------------------------|-------------|-------------|------------------|
| <b>Cobre (TMF)</b>         | 5.588.084   | 5.376.631   | -3,8%            |
| <b>Molibdeno (TMF)</b>     | 49.403      | 45.551      | -7,8%            |
| <b>Oro (kg)</b>            | 34.248      | 30.966      | -9,6%            |
| <b>Plata (kg)</b>          | 1.383.041   | 1.274.363   | -7,9%            |
| <b>Hierro (TMF)</b>        | 11.163.294  | 11.059.801  | -0,9%            |
| <b>Plomo (TMF)</b>         | 382         | 457         | 19,6%            |
| <b>Zinc (TMF)</b>          | 27.915      | 24.092      | -13,7%           |

**Tabla 2:** Producción de minerales metálicos por región, año 2022 (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2023).

| <b>Región</b>                 | <b>Cu<br/>(TMF)</b> | <b>Mo<br/>(TMF)</b> | <b>Au<br/>(kg)</b> | <b>Ag<br/>(kg)</b> | <b>Fe<br/>(TMF)</b> | <b>Pb<br/>(TMF)</b> | <b>Zn<br/>(TMF)</b> |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Arica y<br/>Parinacota</b> | 6.225               | -                   | -                  | -                  | -                   | -                   | -                   |
| <b>Tarapacá</b>               | 631.195             | 6.763               | -                  | -                  | -                   | -                   | -                   |
| <b>Antofagasta</b>            | 2.997.187           | 17.781              | 19.322             | 868.674            | -                   | -                   | -                   |
| <b>Atacama</b>                | 450.898             | 3.167               | 4.930              | 82.295             | 9.891.113           | -                   | -                   |
| <b>Coquimbo</b>               | 357.969             | 7.269               | 2.711              | 75.295             | 1.168.688           | -                   | -                   |
| <b>Valparaíso</b>             | 255.896             | 1.826               | 482                | 68.554             | -                   | -                   | -                   |
| <b>Metropolitana</b>          | 271.400             | 2.731               | 2.535              | 69.401             | -                   | -                   | 6.010               |
| <b>O'Higgins</b>              | 405.655             | 6.014               | 746                | 98.476             | -                   | -                   | -                   |
| <b>Aysén</b>                  | 206                 | -                   | 225                | 11.668             | -                   | 457                 | 18.082              |
| <b>Magallanes</b>             | -                   | -                   | 15                 | -                  | -                   | -                   | -                   |
| <b>Total</b>                  | <b>5.376.631</b>    | <b>45.551</b>       | <b>30.966</b>      | <b>1.274.363</b>   | <b>11.059.801</b>   | <b>457</b>          | <b>24.092</b>       |

Por último, en la tabla 3 se presenta la producción de la minería metálica, clasificada según el tamaño de la empresa, en la cual se puede observar que la producción de pequeña minería representa menos del 1% de la producción nacional de cobre y plata, y cerca del 4,5% de la producción de oro.

**Tabla 3:** Producción de la minería metálica según empresa (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2023).

| <b>Tamaño</b>   | <b>Cu<br/>(TMF)</b> | <b>Mo<br/>(TMF)</b> | <b>Au<br/>(kg)</b> | <b>Ag<br/>(kg)</b> | <b>Fe<br/>(TMF)</b> | <b>Pb<br/>(TMF)</b> | <b>Zn<br/>(TMF)</b> |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Grandes</b>  | 5.188.780           | 45.551              | 26.411             | 1.212.231          | 7.272.747           | -                   | 6.010               |
| <b>Medianas</b> | 139.054             | -                   | 3.161              | 51.236             | 3.890.547           | 457                 | 18.082              |
| <b>Pequeñas</b> | 48.797              | -                   | 1.394              | 10.896             | -                   | -                   | -                   |
| <b>Total</b>    | <b>5.376.631</b>    | <b>45.551</b>       | <b>30.966</b>      | <b>1.274.363</b>   | <b>11.163.294</b>   | <b>457</b>          | <b>24.092</b>       |

La pequeña minería a la que se refiere este trabajo corresponde al tamaño “pequeñas” de la tabla 3. Esta categoría incluye la producción de minerales metálicos, destacando en la explotación de cobre, oro y plata.

## **2.2. Pequeña minería**

### **2.2.1. Peculiaridades de la minería a pequeña escala**

Las principales características del negocio de pequeña minería se basan en que tiene como materia prima pequeños yacimientos de recursos minerales básicos, preciosos o industriales que suelen ser instalaciones propias o ajenas, generalmente lejos de centros urbanos, localizados a variadas distancias de servicios de transporte, energía y agua, con una capacidad de extracción de hasta 10 000 toneladas mensuales de mineral y con bajo reconocimiento mineral.

Los procesos de extracción de minerales en la pequeña minería se realizan mayoritariamente de forma subterránea. En estas operaciones, se llevan a cabo las etapas básicas de perforación, tronadura, carguío de mineral/estéril y transporte. A menudo, estas minas funcionan sin un plan minero formal y carecen de reservas económicamente explotables en categorías probadas o probables. La extracción se realiza con muy poco mineral a la vista o con recursos inferidos, utilizando tecnología muy básica.

En cuanto al producto, generalmente se trata solo de roca mineralizada sin procesamiento de minerales, de bajo valor agregado y con una alta sensibilidad al precio del cobre, lo que genera operaciones ocasionales asociadas a los ciclos del precio.

Los clientes principales suelen ser ENAMI, a través de un sistema de tarifas o contratos directos, o terceros en nombre de ENAMI.

Los empresarios cuentan con poca preparación técnica y comercial, presentando un riesgo significativo. Un desafío que enfrenta el pequeño minero es enviar su producción extraída con una ley que no cumpla el mínimo requerido de ENAMI, además de una baja capacidad de negociación.

**Tabla 4:** Precio del cobre anual y precio referencial (COCHILCO , 2024).

| <b>Mineral</b>    | <b>Cobre</b>     |                           |
|-------------------|------------------|---------------------------|
| <b>Cotización</b> | <b>LME</b>       | <b>Precio referencial</b> |
| <b>Año</b>        | <b>(US\$/lb)</b> | <b>(US\$/lb)</b>          |
| <b>2000</b>       | 82,29            |                           |
| <b>2001</b>       | 71,57            |                           |
| <b>2002</b>       | 70,65            |                           |
| <b>2003</b>       | 80,73            |                           |
| <b>2004</b>       | 130,11           |                           |
| <b>2005</b>       | 167,09           |                           |
| <b>2006</b>       | 305,30           |                           |
| <b>2007</b>       | 323,25           |                           |
| <b>2008</b>       | 315,32           |                           |
| <b>2009</b>       | 234,22           |                           |
| <b>2010</b>       | 341,98           |                           |
| <b>2011</b>       | 399,66           |                           |
| <b>2012</b>       | 360,59           |                           |
| <b>2013</b>       | 332,12           | 305,80                    |
| <b>2014</b>       | 311,26           | 303,50                    |
| <b>2015</b>       | 249,23           | 306,90                    |
| <b>2016</b>       | 220,56           | 297,80                    |
| <b>2017</b>       | 279,68           | 256,48                    |
| <b>2018</b>       | 295,88           | 277,20                    |
| <b>2019</b>       | 272,14           | 297,59                    |
| <b>2020</b>       | 280,35           | 286,10                    |
| <b>2021</b>       | 422,63           | 287,80                    |
| <b>2022</b>       | 399,03           | 330,80                    |
| <b>2023</b>       | 384,55           | 373,80                    |

**Tabla 5:** Precio del oro anual (COCHILCO , 2024).

| <b>Mineral</b>    | <b>Oro</b>                   |
|-------------------|------------------------------|
| <b>Cotización</b> | <b>H&amp;H N.Y (US\$/oz)</b> |
| <b>Año</b>        |                              |
| <b>2000</b>       | 279,00                       |
| <b>2001</b>       | 271,10                       |
| <b>2002</b>       | 310,10                       |
| <b>2003</b>       | 363,50                       |
| <b>2004</b>       | 409,30                       |
| <b>2005</b>       | 444,86                       |
| <b>2006</b>       | 604,17                       |
| <b>2007</b>       | 695,08                       |
| <b>2008</b>       | 872,27                       |
| <b>2009</b>       | 972,37                       |
| <b>2010</b>       | 1224,48                      |
| <b>2011</b>       | 1571,05                      |
| <b>2012</b>       | 1668,00                      |
| <b>2013</b>       | 1409,69                      |
| <b>2014</b>       | 1265,60                      |
| <b>2015</b>       | 1158,96                      |
| <b>2016</b>       | 1250,71                      |
| <b>2017</b>       | 1257,78                      |
| <b>2018</b>       | 1268,60                      |
| <b>2019</b>       | 1392,29                      |
| <b>2020</b>       | 1770,08                      |
| <b>2021</b>       | 1798,54                      |
| <b>2022</b>       | 1801,09                      |
| <b>2023</b>       | 1940,40                      |

**Tabla 6:** Precio de la plata anual (COCHILCO , 2024).

| <b>Mineral</b>    | <b>Plata</b>                 |
|-------------------|------------------------------|
| <b>Cotización</b> | <b>H&amp;H N.Y (US\$/oz)</b> |
| <b>Año</b>        |                              |
| <b>2000</b>       | 5,00                         |
| <b>2001</b>       | 4,39                         |
| <b>2002</b>       | 4,63                         |
| <b>2003</b>       | 4,91                         |
| <b>2004</b>       | 6,69                         |
| <b>2005</b>       | 7,34                         |
| <b>2006</b>       | 11,58                        |
| <b>2007</b>       | 13,39                        |
| <b>2008</b>       | 15,06                        |
| <b>2009</b>       | 14,69                        |
| <b>2010</b>       | 20,16                        |
| <b>2011</b>       | 35,34                        |
| <b>2012</b>       | 31,15                        |
| <b>2013</b>       | 23,79                        |
| <b>2014</b>       | 19,06                        |
| <b>2015</b>       | 15,70                        |
| <b>2016</b>       | 17,18                        |
| <b>2017</b>       | 17,06                        |
| <b>2018</b>       | 15,71                        |
| <b>2019</b>       | 16,21                        |
| <b>2020</b>       | 20,54                        |
| <b>2021</b>       | 25,14                        |
| <b>2022</b>       | 21,79                        |
| <b>2023</b>       | 23,38                        |

La tabla 5, 6 y 7 presentan datos históricos de cotización para tres minerales clave: cobre, oro y plata, a lo largo de un período de varios años. La volatilidad de los precios de estos metales se manifiesta a través de fluctuaciones significativas a lo largo del tiempo. Por ejemplo, el cobre exhibe una notable volatilidad, con aumentos sustanciales seguidos de caídas abruptas, posiblemente atribuibles a cambios en la oferta y demanda globales, así como a factores macroeconómicos. Además, en el caso del cobre, el sector dispone del Fondo de Estabilización de Precio del Cobre, establecido por la ley 21 055, que suaviza la incertidumbre del mercado. Este fondo utiliza un Precio de referencia de largo plazo anual, definido por el Ministerio de Hacienda cada año. Si el precio de mercado baja de este referente, al sector se le adiciona la diferencia para alcanzar ese precio de largo plazo. Cuando sube el precio de mercado, al sector se le restan diferencias. Mientras tanto, el oro, a menudo considerado un refugio seguro en tiempos de incertidumbre, muestra una volatilidad más moderada pero aún notable, influenciada por factores geopolíticos y expectativas económicas. La plata, con una volatilidad que se sitúa entre la del cobre y el oro, refleja su doble papel como metal industrial y refugio de inversión, con sus precios sujetos a la dinámica de la demanda industrial y la percepción de valor seguro en el mercado financiero.

### **2.2.2. Regulaciones de la minería a pequeña escala**

La pequeña minería constituye una actividad en las distintas regiones del país, especialmente en la explotación de minerales metálicos como el cobre, oro y plata. La situación socioeconómica de varias localidades depende directamente de estos sectores productivos, no solo en términos de generación de empleo y conexiones comerciales, sino también en la adquisición de equipos, insumos y contratación de diversos servicios.

Esta actividad se dedica a la extracción de minerales a través de minas con operaciones subterráneas, y la producción se vende a la Empresa Nacional de Minería (ENAMI).

Para regular esta actividad, existen múltiples legislaciones y entidades que la categorizan, como se puede ver en la tabla 7.

**Tabla 7:** Definiciones de pequeña minería y minería artesanal (Comisión Chilena del Cobre, 2022).

| <b>Normativa</b>                                                 | <b>Definición</b>                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                  | <b>Definición en base a horas trabajadas (trabajadores)</b>                                                                                                      |
| <b>Sernageomin</b>                                               | Pequeña minería: Menos a 200 000 horas/persona en un año (entre 12 y 80 trabajadores aproximadamente).                                                           |
| <b>Resolución</b>                                                | Minería Artesanal: Menos de 27 000 horas/persona en un año (menos de 12 trabajadores aproximadamente)                                                            |
| <b>N° 796 del 2001</b>                                           |                                                                                                                                                                  |
| <b>CÓDIGO DE MINERÍA</b>                                         | <b>Definición en base a Trabajadores</b>                                                                                                                         |
| <b>Ley 18248</b>                                                 | Minería artesanal: Menos de 12 trabajadores                                                                                                                      |
| <b>LEY DE IMPUESTO A</b>                                         | <b>Definición en base a Trabajadores</b>                                                                                                                         |
| <b>LA RENTA</b>                                                  | Minería artesanal: Menos de 5 trabajadores                                                                                                                       |
| <b>DECRETO LEY 824</b>                                           |                                                                                                                                                                  |
|                                                                  | <b>Definición en base a Producción</b>                                                                                                                           |
| <b>ENAMI</b>                                                     | Pequeña Minería: Productores que en forma individual venden o benefician mensualmente hasta 10 000 toneladas de minerales o su equivalente en productos mineros. |
| <b>Ley de cierre de faenas</b>                                   | <b>Definición en base a Producción</b>                                                                                                                           |
| <b>Ley 20.551</b>                                                | Capacidad de extracción menor a 10 000 ton/mes                                                                                                                   |
| <b>Decreto 40</b>                                                | <b>Definición en base a Producción</b>                                                                                                                           |
| <b>Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental</b> | Acciones u obras cuyo fin es la extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros y cuya capacidad de extracción de mineral es inferior a 5 000 ton/mes    |
| <b>Ley 20.469</b>                                                | <b>Definición en base a Producción</b>                                                                                                                           |
| <b>Modificaciones a la tributación de la actividad minera</b>    | Explotadores mineros con ventas anuales hasta 12 000 toneladas métricas de cobre fino.                                                                           |

### **2.2.3. Ventajas que la legislación otorga**

En Chile, la legislación otorga una serie de ventajas a la pequeña minería en comparación con la mediana y gran minería. Estas ventajas están diseñadas para fomentar la actividad de la pequeña minería y hacerla más competitiva. A continuación, se describen las principales diferencias.

#### **➤ Impuestos**

En el contexto de la pequeña minería en Chile, los impuestos pagados por los pequeños mineros están diseñados para aliviar la carga administrativa y tributaria.

Estos impuestos incluyen tasas impositivas reducidas y procedimientos simplificados para la declaración de impuestos, lo que permite realizar pagos trimestrales en lugar de anuales. La pequeña minería no está sujeta al Royalty, según la Ley 20 026, que se aplica únicamente a empresas que producen más de 12 000 toneladas de cobre fino al año.

#### **➤ Precio de metales**

Aunque el precio de los metales está sujeto a las mismas fluctuaciones que la mediana y gran minería, el sector dispone del Fondo de Estabilización de Precio del Cobre, establecido por la ley 21 055. Este fondo tiene como objetivo suavizar la incertidumbre del mercado mediante el uso de un Precio de referencia de largo plazo anual, definido por el Ministerio de Hacienda cada año. Si el precio de mercado baja de este referente, al sector se le adiciona la diferencia para alcanzar ese precio de largo plazo. Por otro lado, si el precio de mercado aumenta, al sector se le restan las diferencias correspondientes.

#### **➤ Exigencias ambientales**

La pequeña minería se beneficia de ciertas exenciones en cuanto a los requisitos ambientales en comparación con la mediana y gran minería. Una de las principales diferencias radica en el umbral de producción que determina si una operación minera debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), establecido por la Ley 19 300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Según el Reglamento de la Ley 19 300, las operaciones de pequeña minería que produzcan hasta 5 000 toneladas al mes de mineral no están obligadas a someterse al SEIA.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que, aunque pueda estar exenta del SEIA, aún

está sujeta a otras regulaciones ambientales establecidas por la ley. Esto incluye la necesidad de cumplir con estándares ambientales básicos, como la prevención de la contaminación del suelo y el agua, la gestión adecuada de los desechos y residuos mineros.

➤ **Cierre de minas**

Según la Ley 20 551, la pequeña minería que produce hasta 10 000 toneladas por mes no debe dejar garantías reales por el plan de cierre del proyecto minero. Sin embargo, aún deben cumplir con los requisitos de cierre adecuados y asegurar que los sitios sean rehabilitados de manera segura y ambientalmente responsable.

➤ **Seguridad de minas**

El Reglamento de Seguridad Minera, Decreto Supremo 132, establece las normas de seguridad para la operación de faenas mineras. El Título XV de este reglamento se aplica específicamente a la pequeña minería y contiene disposiciones diferenciadas en materia de seguridad. Este reglamento considera la capacidad operativa limitada de la pequeña minería, proporcionando requisitos de seguridad más simplificados y menos estrictos que los aplicados a la mediana y gran minería.

➤ **Depósito y tratamiento de residuos**

El Título XV del Reglamento de Seguridad Minera, Decreto Supremo 132, se aplica específicamente a la pequeña minería y contiene disposiciones diferenciadas en materia de gestión de residuos. Este reglamento toma en cuenta la capacidad operativa limitada de la pequeña minería, proporcionando requisitos de gestión ambiental más simplificados y menos estrictos que los aplicados a la mediana y gran minería.

### **2.3. Minería subterránea de la pequeña minería**

La minería subterránea es aquella que explota recursos debajo de la superficie de la tierra. En la mayoría de las ocasiones, se llevan a cabo estas explotaciones subterráneas cuando la extracción de los minerales a cielo abierto no es posible, sea por motivos ambientales o económicos a esa escala. (Ingeoexpert, 2019).

Las aplicaciones tecnológicas y las decisiones básicas sobre el diseño y el método de minería se basan en consideraciones como el tipo de mineral que se extrae, la orientación del yacimiento o las características geológicas subterráneas.

Un 82,3% de los actores involucrados en esta industria se dedican a la minería subterránea. La mayoría de estas minas, extraen el mineral siguiendo la veta mediante el desarrollo de galerías y socavones. Se emplea el frente de explotación para realizar los avances y se utilizan cortadas cuando es necesario explotar otra veta o seguir su dirección. Este método incluye perforación y voladura para extraer el mineral, seguido por el acarreo manual o mecanizado del material hacia la superficie (Hoces, 2023).

## 2.4. Operaciones unitarias

Son procesos específicos, actividades independientes y parte integral de la cadena de producción minera de la pequeña minería. Realizadas en secuencia, estas cuatro principales operaciones se llevan a cabo para explotar un yacimiento.

- Arranque: proceso de separar o arrancar el mineral de la corteza terrestre. Salvo algunas excepciones, esta operación se realiza en la mayoría de los casos haciendo detonar cargas explosivas emplazadas en huecos cilíndricos perforados en el macizo rocoso. Se distingue así entre las suboperaciones de perforación y tronadura (Ortiz, 2008).
- Manejo de materiales: este proceso implica a su vez la ejecución combinada, en varias instancias, de las suboperaciones de carguío y transporte (Ortiz, 2008).

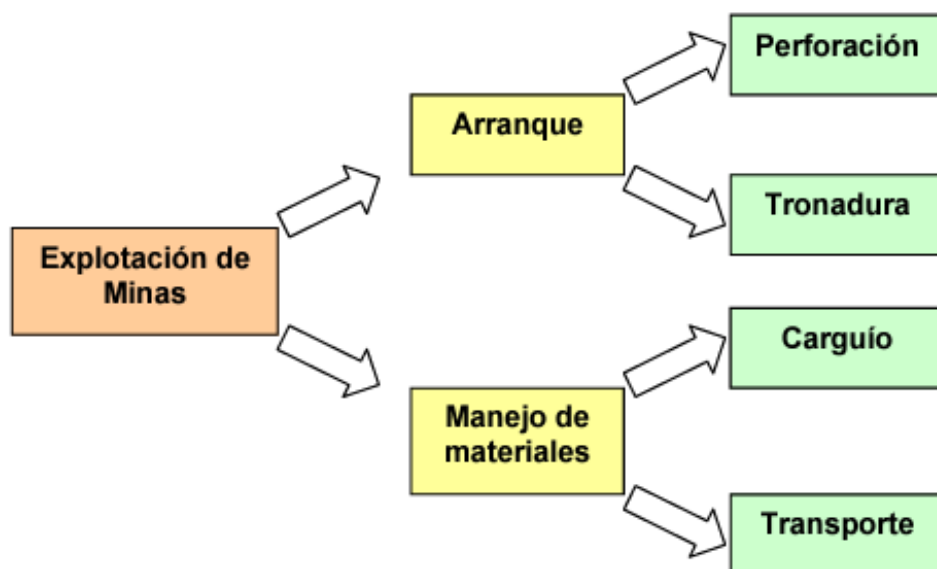


**Figura 1:** Conjunto de actividades de la explotación de minas (Ortiz, 2008).

### 2.4.1. Perforación

El sistema usual de perforación es el de rotopercusión, que emplea energía neumática y cuyos componentes principales son la perforadora manual, que es la fuente de la energía mecánica; las barras, que son el medio de transmisión de esa energía a partir de la acción de un pistón; el bit, que recibe la energía y es el elemento cortante de la roca, y el fluido de barrido que efectúa la limpieza y evacuación del “detritus” producido (SERNAGEOMIN, 2016).

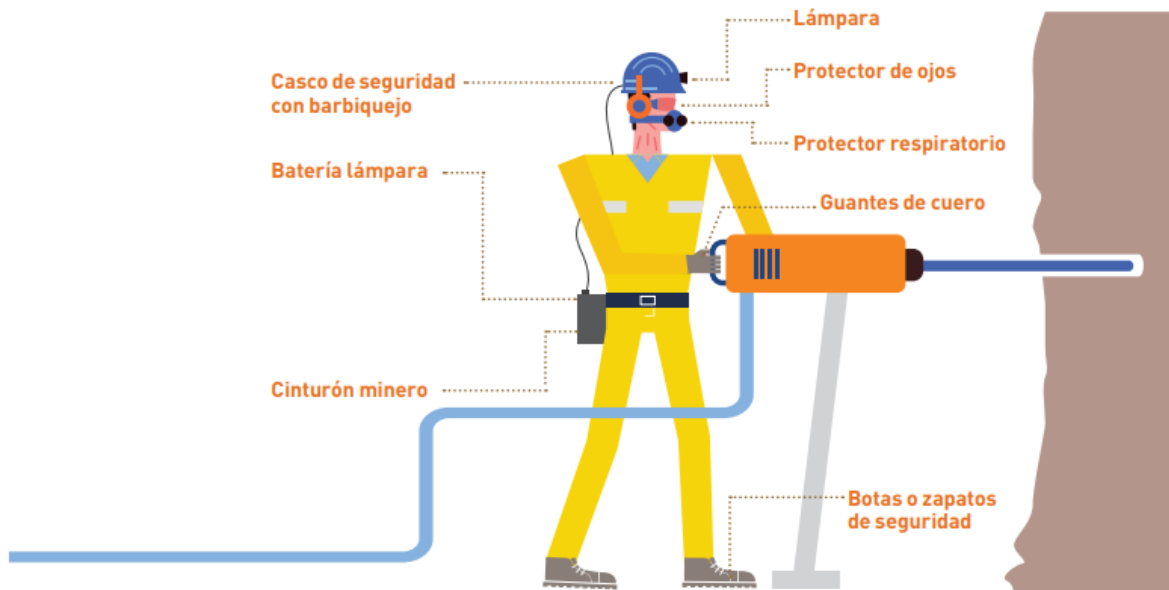


**Figura 2:** Trabajo de perforación y equipo de trabajo adecuado (Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI, 2014).

#### ➤ Diagrama de disparo

Disposición geométrica de las perforaciones o tiros para realizar una determinada excavación. Los principales parámetros que definen o determinan esta geometría son: Diámetro de perforación, burden, espaciamiento, longitud de tiros y taco.

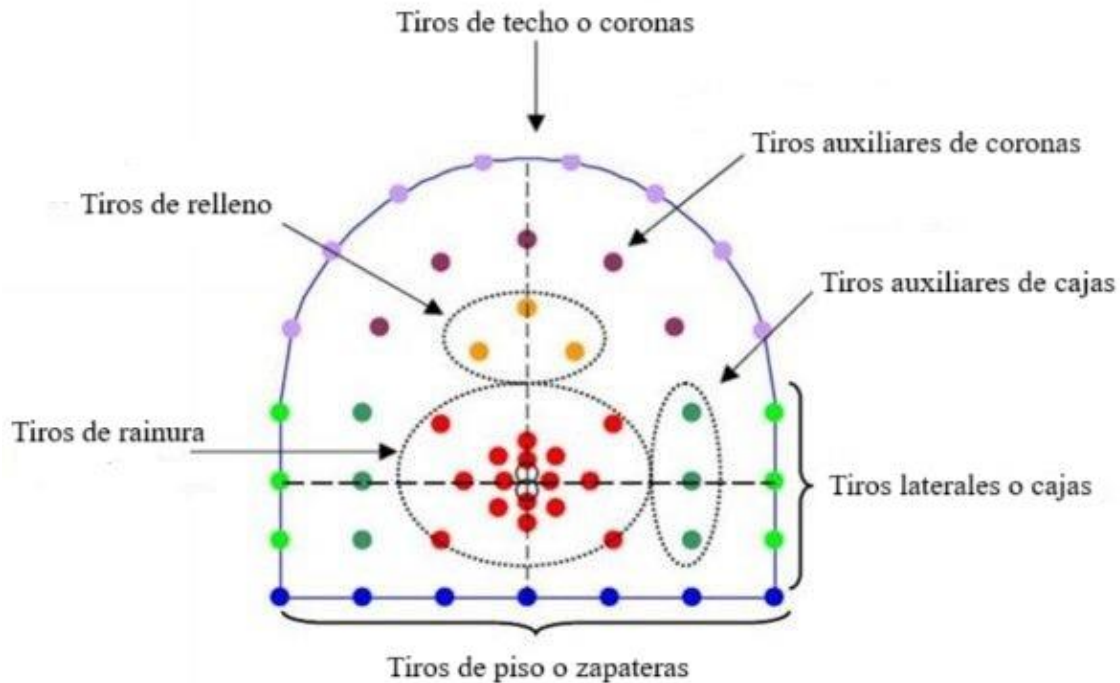


**Figura 3:** Diagrama de tiros con sus elementos.

- **Rainuras**

Se encuentran en el centro del diagrama. Su objetivo es crear una cara libre inicial que permita que los tiros posteriores tengan un lugar hacia donde expandirse.

- **Con tiros convergentes**

Esta clasificación se distingue por su capacidad para generar la cara libre exclusivamente mediante disparos. De esta manera, se puede formar la cara en cualquier punto del frente de avance, lo que facilita la proyección de material sin depender de una pared del túnel.

- **Corte en cuña o en “V”**

El corte en cuña corresponde a una configuración convergente en la cual los tiros de la rainura convergen hacia una recta formando una cuña o “V” desde una vista superior. La función de esta configuración corresponde en volar dicha sección y lograr crear una cara libre sin la necesidad de tiros de alivio (Lara, 2017).

Existen dos tipos de configuraciones del corte en cuña: corte en cuña y corte con doble cuña. Ambas variantes, al ser llevadas a cabo efectivamente, aseguran una buena proyección y apilamiento de la botada para luego ser retirada (Lara, 2017)

La variante de doble V surge cuando se han reducido las secciones, con el propósito de aumentar la profundidad del avance. En este proceso, la cuña permite lograr dicho objetivo al detonar un par de tiros antes de la cuña que formará la cara libre. La efectividad de esta variante depende de la dimensión del frente de avance.

Comprende a cuatro, seis o más taladros convergentes por pares en varios planos o niveles (no hacia un solo punto) de modo que la cavidad abierta tenga la forma de una cuña o “trozo de pastel”. Es de ejecución más fácil, aunque de corto avance especialmente en túneles estrechos, por la dificultad de perforación. La disposición de la cuña puede ser en sentido vertical horizontal. El ángulo adecuado para la orientación de los taladros es de 60 a 70°. Es más efectivo en rocas suaves a intermedias, mientras que el de la pirámide se aplica en rocas duras o tenaces (EXSA, 1999).

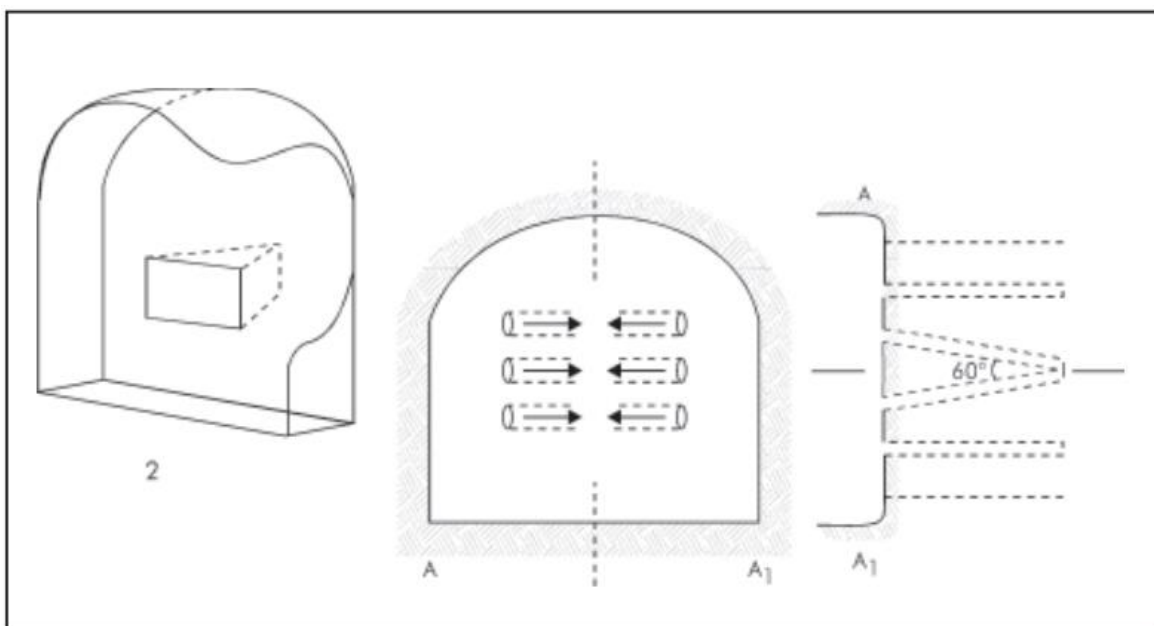


**Figura 4:** Esquema cuele en “V” (EXSA, 1999).

#### – Corte piramidal

Se caracteriza por la convergencia de los tiros en un punto, formando una pirámide de 4 lados, generalmente, con el fin de volar dicha figura y realizar una cara libre sin la necesidad de perforar tiros huecos (Lara, 2017).

Este método requiere de una alta concentración de carga en el fondo de los taladros. Se le prefiere para piques y chimeneas. Según la dimensión del frente puede tener una o dos

pirámides superpuestas. Con este corte se pueden lograr avances de 80% del ancho de la galería; su inconveniente es la gran proyección de escombros a considerable distancia del frente (EXSA, 1999).

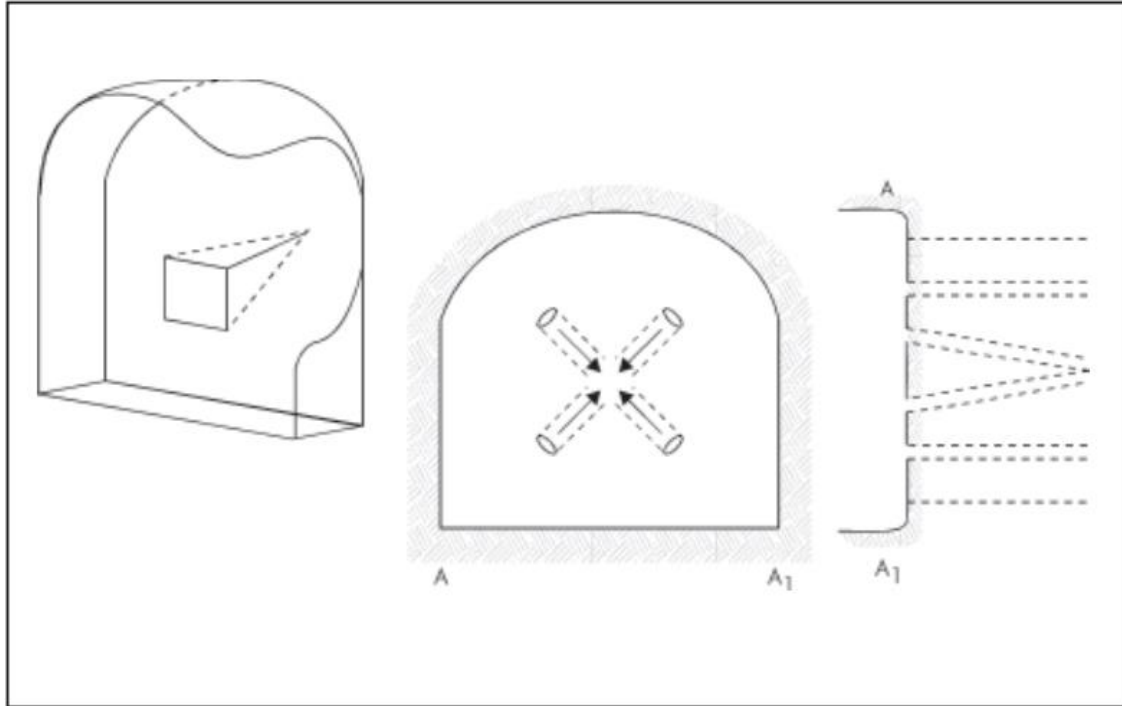


**Figura 5:** Esquema corte piramidal (EXSA, 1999).

- **Coronas**

Son los primeros tiros en detonarse y se encuentran en la parte superior de la voladura. Su función principal es liberar la presión hacia la parte superior de la excavación.

- **Relleno**

Se disparan después de los tiros de coronas y auxiliares, para seguir desprendiendo el material desde la parte superior hacia abajo.

- **Zapateras**

Tiros que se sitúan en el piso de la voladura para conformar el suelo de la excavación. Su función es fragmentar la base del frente, garantizando que todo el material esté suficientemente suelto para su posterior carguío y transporte.

- **Cajas**

Están colocados a los lados de la excavación y se utilizan para fragmentar el material en las paredes laterales.

- **Auxiliares**

Su función es complementar la fragmentación para evitar que queden zonas sin volar o con mala fragmentación.

- **Espaciamiento entre taladros**

El cálculo del espaciamiento entre taladros cargados con explosivos es fundamental para asegurar una fragmentación adecuada y una eficiente liberación de la energía generada. El espaciamiento se define como la distancia entre los taladros de una misma fila o área de influencia en una malla de perforación (ENAE S.A., 2010).

La fórmula 1, para determinar el espaciamiento, se expresa como (McGraw-Hill Book Company, 1912):

$$B = E = 10 * D_{perf}(pulg) * D_{perf}(m) \quad (1)$$

Donde:

- 1) E representa el espaciamiento entre los taladros cargados con explosivos, expresado en metros.
- 2) B representa el burden entre los distintos planos de los taladros, expresado en metros.
- 3)  $D_{perf}$  (pulg) es el diámetro del taladro de perforación, expresado en pulgadas.
- 4)  $D_{perf}$  (m) es el diámetro del taladro de perforación, expresado en metros.

### **2.4.2. Tronadura**

Tiene por finalidad el arranque del mineral desde el macizo rocoso, aprovechando de la mejor manera posible la energía liberada por el explosivo colocado en los tiros realizados en la etapa de perforación. El mejor aprovechamiento se obtiene al aplicar la energía justa y necesaria para generar una buena fragmentación del mineral, evitando daños en las cajas y techo de la labor minera (SERNAGEOMIN, 2016).



**Figura 6:** Trabajo de tronadura y sus elementos (Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI, 2014).

➤ **Insumos utilizados:**

- **ANFO (Mezcla de nitrato de amonio y combustible derivado del petróleo)**

Son explosivos que consisten en perlas de nitrato de amonio (oxidante) junto con un componente combustible apropiado, generalmente combustible derivado del petróleo. Se trata del compuesto a granel más económico y ampliamente empleado en la actualidad. Su composición típica es aproximadamente un 94,5% de nitrato de amonio (AN) y un 5,5% de combustible diésel (FO).

Este material, en forma granulada, permite la carga a granel en los barrenos mediante vertido desde sacos o de manera mecánica desde camiones. Una de sus principales ventajas radica en su seguridad durante la manipulación, además de ser un explosivo eficaz para la voladura de rocas blandas o altamente fracturadas, generando un significativo volumen de gases al detonar. No obstante, presenta una potencia moderada y no puede emplearse en presencia de agua en los barrenos.

- **Guía lenta**

La mecha lenta consta de un núcleo de pólvora negra envuelto por varias capas de hilos y materiales impermeabilizantes, proporcionándole una resistencia a la humedad y protegiéndola contra roces y tensiones mecánicas. Durante su combustión, la mecha lenta transmite el fuego a una velocidad constante de dos minutos por cada metro lineal. Su

aplicación común incluye la iniciación de detonadores convencionales y la activación de la pólvora utilizada en operaciones mineras.

- **Detonador de mecha**

Es un casquillo metálico cerrado en un extremo, que contiene una carga explosiva altamente sensible. Este dispositivo se emplea para iniciar la detonación de explosivos, ofreciendo una activación precisa y eficiente. Su diseño cerrado garantiza la contención de la carga explosiva, proporcionando una respuesta rápida y controlada, lo que lo convierte en una herramienta fundamental para la gestión segura de explosivos.

- **Emulsión**

Son mezclas estables de líquidos no miscibles, que forman una fase dispersa y otra continua. Las emulsiones explosivas son utilizadas como agentes detonantes.

Consisten en pequeñas gotas de un combustible líquido dispersas en una fase acuosa. Estas emulsiones son más seguras de manejar que algunos explosivos convencionales, ya que suelen ser menos sensibles a impactos o cambios ambientales.

Las emulsiones explosivas se utilizan comúnmente en voladuras controladas, donde se requiere una liberación de energía controlada para fragmentar rocas de manera eficiente y segura. Además, la estabilidad de las emulsiones las hace más adecuadas para su almacenamiento y transporte en comparación con algunos explosivos tradicionales.

- **Cordón detonante**

El cordón detonante es un accesorio de voladura compuesto por un núcleo central de explosivo, comúnmente PETN (Penta eritritol tetranitrato), que está recubierto por varias capas de fibras sintéticas. Estas fibras proporcionan resistencia a la tracción al conjunto, asegurando su integridad estructural. Además, el cordón está envuelto en una cubierta exterior de plástico coloreado, confiriéndole flexibilidad y protegiéndolo de factores ambientales. Esta combinación de materiales forma un cordón flexible, robusto y resistente al agua, lo que lo convierte en un elemento confiable y seguro para la iniciación de explosivos en operaciones controladas.

- **Iniciador no eléctrico**

Es un tubo de plástico que contiene internamente un compuesto químico capaz de transmitir

una onda de choque lo suficientemente intensa como para iniciar un detonador. La combinación del tubo nonel y el detonador constituye el sistema de iniciación no eléctrico, ofreciendo una alternativa segura y eficiente para iniciar explosivos.

➤ **Carga explosiva**

Representa la cantidad de material explosivo que se utiliza en una operación de voladura o detonación. La carga explosiva se coloca en perforaciones o barrenos en la roca, y su objetivo consiste en fragmentar la roca para facilitar su extracción. La cantidad, distribución y tipo de explosivo que se emplean se calculan cuidadosamente para lograr el efecto deseado, minimizando riesgos y optimizando la eficiencia del proceso de extracción.

➤ **Factor de carga**

Mediante este término se describe la cantidad de explosivo usado para romper un volumen o peso unitario de roca. El factor de carga se indica mediante unidades de (kg/m<sup>3</sup>) o (kg/ton). Algunos también consideran la potencia en peso de explosivo para expresarlo como equivalente a la potencia en peso equivalente al ANFO. Otros usuarios prefieren usar un término inverso del factor de carga, para describir el peso de roca quebrada por unidad de peso de explosivo (ton/kg) (ENAEX S.A., 2010).

Para realizar el cálculo del factor de carga se utiliza la fórmula 2.

$$\text{Factor de carga} \left( \frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Total de explosivo en la frente}}{\text{Volumen a remover}} \quad (2)$$

### 2.4.3. Carguío

Su propósito consiste en retirar el material tronado de la frente y depositarlo en maquinarias de transporte. El inicio de este proceso se efectúa una vez finalizado el proceso de tronadura y luego de haber verificado que la operación es posible ejecutarla de manera segura (se identifican tiros quedados, zonas de posibles derrumbes, entre otros). Bajo esas condiciones, se recurren a las maquinarias de trabajo, las que en su conjunto se posicionan en el lugar de operación. Una vez posicionados, los equipos de carguío extraen el material tronado para depositarlo en el equipo de transporte, para lo cual se requiere de un área de trabajo en el que ambos equipos puedan operar sin inconvenientes (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2017).



**Figura 7:** Trabajo de carguío del mineral (Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI, 2014).

#### 2.4.4. Transporte

Tiene como objetivo retirar el material tronado y transportarlo adecuadamente a su lugar de destino (Seguridad Minera, 2017).



**Figura 8:** Tipos de transporte desde la marina al exterior (Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI, 2014).

#### 2.5. Contabilidad de costos

Técnica contable que permita calcular lo que cuesta fabricar un producto o prestar un servicio. Se le considera un subsistema de la contabilidad general, al que le corresponde la manipulación detallada de la información pertinente a la fabricación de un producto, para la determinación de su costo final (Lemus, 2010).

### ➤ **Objetivos de la contabilidad de costos**

- Valorar las existencias de mercaderías, materiales y artículos en proceso, así como de los artículos terminados, para determinar la inversión en inventarios y gestionar eficazmente los recursos de la empresa.
- Utilizar la información de costos para tomar decisiones relacionadas con los ingresos, como la fijación de precios, con el fin de maximizar los ingresos y optimizar la rentabilidad de la empresa.
- Controlar los costos mediante el análisis de la información de costos, identificando desviaciones respecto a los presupuestos o estándares establecidos y tomando medidas correctivas cuando sea necesario.
- Diagnosticar y describir áreas, funciones u operaciones poco satisfactorias o ineficientes utilizando la información de costos, con el objetivo de mejorar la eficacia y eficiencia en la empresa.
- Planificar a corto y largo plazo, utilizando la información de costos como herramienta clave para una gestión estratégica.

## **2.6. Concepto de costo**

Es todo desembolso, pasado, presente o futuro, que se involucra al proceso de producción, cuyo valor queda incluido en los productos y contablemente se observa en los inventarios (Castaño, 2009)

## **2.7. Clasificación de costos**

Pueden ser categorizados según el enfoque que se le aplique. En este caso, exploraremos los principales, que son:

### **2.7.1. Según asignación**

- **Costos directos**

Son aquellos que se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados o áreas específicas (García, 2008).

Costos que están estrechamente relacionados con la producción de un producto y pueden identificarse fácilmente. Aquí se consideran la mano de obra y la materia prima empleada en la producción.

- **Costos indirectos**

Son aquellos costos que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados o áreas específicas (García, 2008).

No están directamente relacionados con la producción y son difíciles de medir.

### **2.7.2. Según comportamiento**

La clasificación de costos según su comportamiento se basa en cómo los costos responden a cambios en los niveles de actividad o producción en una empresa.

- **Costos fijos totales**

Aquellos que permanecen constante en su magnitud dentro de un periodo determinado, independientemente de los cambios registrados en el volumen de operaciones realizadas (García, 2008).

- **Costos fijos unitarios**

Se refieren al costo fijo asignado a cada unidad de producción. A medida que la producción aumenta, los costos fijos unitarios disminuyen, ya que se distribuyen entre un mayor número de unidades. Son útiles para evaluar la eficiencia y la rentabilidad a diferentes niveles de producción. Se calcula con la fórmula 3.

$$\text{Costo fijo unitario} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Número de unidades producidas}} \quad (3)$$

- **Costos variables totales**

Son aquellos costos cuya magnitud cambia en razón directa al volumen de las operaciones realizadas (García, 2008).

- **Costos variables unitarios**

Se refieren al costo variable asignado a cada unidad de producción. Estos costos permanecen constantes por unidad, incluso cuando la producción aumenta o disminuye. Esto significa que cada unidad adicional tiene un costo variable constante. Son esenciales para determinar el costo de producción de cada unidad y para evaluar la rentabilidad de cada producto o servicio. Se calcula con la fórmula 4.

$$\text{Costo variable unitario} = \frac{\text{Costos variables totales}}{\text{Número de unidades producidas}} \quad (4)$$

- **Costo total**

Corresponden a la suma de los costos fijos, los que no dependen de la cantidad producida y de los costos variables que sí incrementan o disminuyen en función del número de unidades fabricadas. En resumen, es la sumatoria de todos los gastos de una empresa que son necesarios para llevar a cabo su actividad económica.

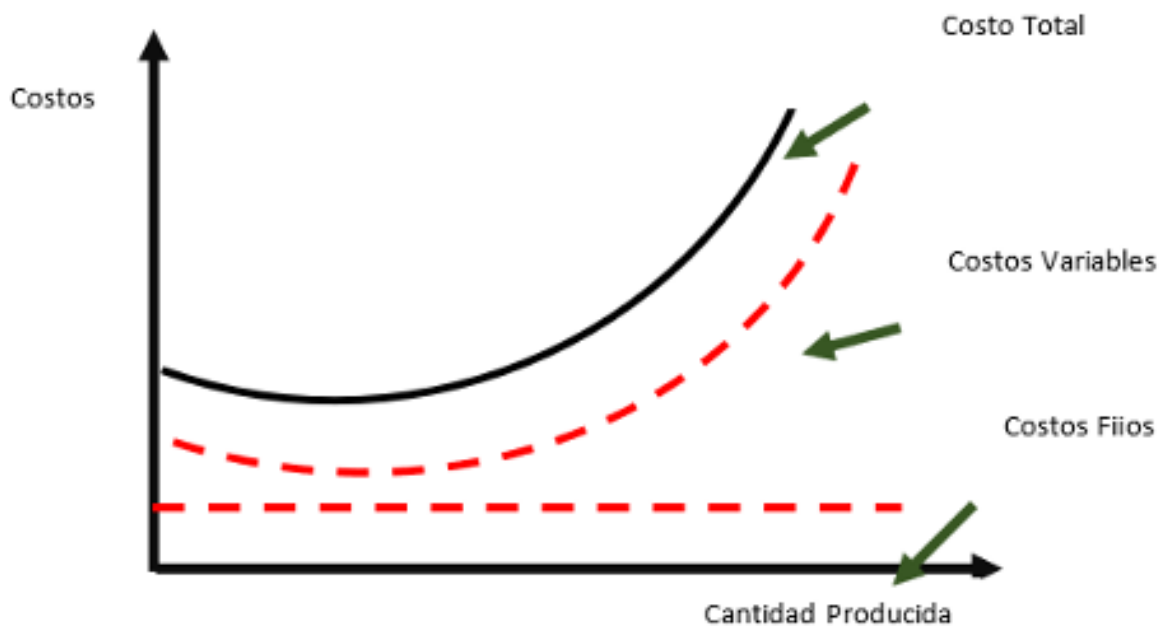


**Figura 9:** Representación gráfica de costos variables y fijos (Asturias corporación universitaria , 2023).

### 2.7.3. Según función

- **Costos de producción**

Costos asociados con la materia prima directa, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación son elementos que se integran a lo largo de todo el ciclo productivo, desde la adquisición de la materia prima hasta la finalización del producto. Estos costos abarcan el desembolso necesario para obtener los insumos básicos, la compensación de la mano de obra y los costos indirectos que respaldan el proceso de producción en su totalidad. La inclusión de estos costos permite una evaluación de los recursos financieros involucrados en cada fase de la cadena productiva.

- **Materia prima directa**

Desempeñan un papel fundamental en el ámbito empresarial, siendo su aplicación principalmente destacada en empresas industriales, donde se lleva a cabo la manufactura de productos. Estas materias primas constituyen todos los elementos esenciales en la elaboración de un producto, desempeñando un papel directo y discernible en el proceso de fabricación hasta obtener el producto final. Su conexión inmediata y clara con el producto final facilita su identificación y asociación, ya que representan el componente principal en el costo de materiales durante el proceso de elaboración. En este contexto, las materias primas se erigen como la base elemental sobre la cual se construye la cadena productiva.

- **Mano de obra directa**

Se refiere al esfuerzo físico o mental gastado directamente en la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Este concepto implica que la mano de obra es claramente identificable en el producto final y representa un componente esencial en el proceso de producción. Además, la mano de obra directa constituye un costo importante en la producción, ya que incluye los salarios y beneficios asociados a los trabajadores directamente involucrados en la fabricación.

- **Costos indirectos de fabricación**

Engloban los gastos asociados a la transformación de productos, pero no se atribuyen directamente a partidas específicas de productos, procesos productivos o centros de costo particulares. Estos costos, aunque contribuyen al proceso de fabricación, no pueden ser plenamente identificados o cuantificados de manera directa en relación con elementos o áreas específicas de la producción. En lugar de ello, se distribuyen de manera generalizada sobre el conjunto de la operación fabril, representando un componente esencial pero no directamente asignable a unidades individuales o procesos específicos.

- **Costos de comercialización**

Se refiere a los gastos en los que incurre el área encargada de comercializar los productos terminados. Este conjunto de costos abarca los recursos financieros destinados a la distribución y venta de los bienes producidos, incorporando elementos como el costo de los productos vendidos, gastos de almacenamiento, transporte, y otros costos. En esencia

representa el desembolso económico necesario para llevar a cabo las operaciones comerciales y concluir la transacción de venta de los productos manufacturados.

- **Costos de administración**

Comprende los gastos que se originan en el área administrativa de una empresa, es decir, aquellos que están directamente relacionados con la dirección y el manejo de las operaciones generales de la organización. Estos costos abarcan una variedad de recursos financieros destinados a actividades como salarios del personal administrativo, suministros de oficina, gastos de oficina y otros asociados con la gestión y supervisión de las funciones administrativas. En resumen, son los recursos económicos necesarios para mantener y coordinar eficientemente las actividades no directamente vinculadas con la producción, sino con la gestión y funcionamiento general de la empresa.

- **Costos financieros**

Son aquellos que se generan como consecuencia de la obtención de recursos ajenos que la empresa requiere para su desenvolvimiento. En esencia, representan el desembolso económico adicional que la empresa asume al utilizar capital externo para financiar sus operaciones y proyectos.

- **Crédito de consumo**

Es un préstamo de dinero que una parte otorga a otra, con el compromiso de que, en el futuro, quien lo recibe devolverá dicho préstamo en forma gradual (mediante el pago de cuotas) o en un solo pago y con un interés adicional que compensa a quien presta, por todo el tiempo que no tuvo ese dinero.

- **Capital**

Conjunto de recursos físicos y financieros que posee una persona natural o jurídica.

- **Tasa de interés**

Es el porcentaje que el deudor debe pagar adicionalmente a la reposición del capital o dinero prestado, por el uso del dinero. En general considera los gastos administrativos, el costo de obtener los fondos.

- **Cuota mensual**

Es el monto que se debe pagar periódicamente, generalmente cada mes. Con el pago de las cuotas se devuelve poco a poco el préstamo más los intereses cobrados.

Para calcularla la fórmula se basa en el monto del préstamo (P), la tasa de interés (i) y el plazo del crédito en meses (n).

$$\text{Cuota mensual} = \frac{P * i}{1 - (1 + i)^{-n}} \quad (5)$$

## **2.8. Costo en efectivo**

Sumatoria de todos aquellos costos que se incurren en efectivo cuando la producción se está llevando a cabo, menos los ingresos por la venta de subproductos. Es un indicador que mide el costo de producir una tonelada/libra/onza de un producto minero.

El costo en efectivo incluye los costos directos de mina, costos de molienda y concentración, fletes por transporte del concentrado, gastos generales y de administración, cargos de tratamiento y refinación, costos de venta, entre otros (Ministerio de Minería, 2022).

### **2.8.1. Metodología Brook Hunt**

Es un enfoque utilizado en la industria del cobre para establecer una estructura de costos comparables. Esta metodología permite analizar las decisiones desde una perspectiva contable y estratégica. Se basa en la utilización de conceptos denominados C1, C2 y C3, los cuales son asociados con la consultora Brook Hunt, que forma parte del grupo Wood Mackenzie.

#### **1) Categoría 1 (Costo de producción total)**

Agrupar los costos incurridos a través de todo el proceso minero hasta la venta del producto comercializable (cátodo en el caso del cobre), descontando los ingresos provenientes de los subproductos en caso de que existan. La situación anterior permite que en algunos casos el indicador C1 sea negativo. Además, el costo C1 incorpora para el caso de las explotaciones que comercializan productos intermedios, como el concentrado, los costos asociados a fundición y refinación (TC/RC) y los costos asociados al transporte marítimo del concentrado (Comisión Chilena del Cobre, 2015).

## 2) Categoría 2 (Costo total ajustado)

Corresponde al mismo costo C1, pero agregando los montos dados por depreciación, amortización o agotamiento del recurso en los casos que corresponda. En este caso, la incorporación de las variables previamente mencionadas permite tener una noción del costo operacional, que a diferencia del C1 tiene una visión de sustentabilidad del negocio en un mediano plazo (Comisión Chilena del Cobre, 2015).

## 3) Categoría 3 (Costo de producción total más costos de los derechos y regalías)

Incluye, además, costos indirectos, gastos cargos financieros netos. Los costos indirectos incluyen entre otros: porción atribuible de los gastos de las casas matrices, exploración atribuible a la operación, royalties u otros gastos extraordinarios. En este caso, la totalidad de los costos permite ser utilizada como una aproximación de la sustentabilidad económica de largo plazo de la operación, sin embargo, también incluiría costos que podrían ser temporales asociados a operaciones financieras particulares (Comisión Chilena del Cobre, 2015).

**Tabla 8:** Desglose de costos C1, C2 y C3 (Comisión Chilena del Cobre, 2015).

|                          |                             |    |                                       |
|--------------------------|-----------------------------|----|---------------------------------------|
| C3                       | C2                          | C1 | Costos de extracción                  |
|                          |                             |    | Costos de tratamiento                 |
|                          |                             |    | Flete, fundición y refinación (TC/RC) |
|                          |                             |    | Gastos de administración              |
|                          |                             |    | (-) Subproductos                      |
|                          | Depreciación y amortización |    |                                       |
|                          | Costos indirectos           |    |                                       |
| Costos financieros netos |                             |    |                                       |

En la pequeña minería, los costos de extracción representan el gasto asociado con la obtención de la materia prima de la mina. Estos costos incluyen los gastos directos de operación, como la mano de obra, los explosivos, la maquinaria utilizada en la extracción y otros insumos necesarios para extraer el mineral del yacimiento. Resultan esenciales para el funcionamiento de la operación minera, ya que determinan el precio base del mineral extraído.

Por otro lado, los costos de tratamiento no se consideran en la pequeña minería. Esto ocurre porque, en general, el tratamiento del mineral (es decir, el procesamiento para separar el metal de la roca) no se realiza a esta escala de operación. Las instalaciones y tecnologías necesarias para este proceso suelen ser inaccesibles para los pequeños mineros debido a los altos costos.

En cuanto al flete, fundición y refinación (TC/RC), los pequeños mineros no suelen llevar a cabo las actividades de fundición y refinación del mineral, ya que son procesos industriales más complejos. Sin embargo, el flete, es decir, el costo de transportar el mineral extraído a plantas de tratamiento o a compradores, constituye un componente importante de los costos. Los gastos de administración incluyen una variedad de costos relacionados con la gestión y operación de la mina. Estos abarcan la adquisición de maquinaria y herramientas, así como su mantenimiento. Además, se consideran los gastos relacionados con imprevistos o situaciones no planeadas que puedan surgir durante las operaciones mineras.

El ítem de (-) Subproductos no se contempla en el análisis de la pequeña minería. Esto sucede porque, generalmente, en esta escala de operación no se producen subproductos o no se cuenta con la capacidad técnica para su extracción y comercialización.

Asimismo, el presente estudio no incluye los costos de depreciación y amortización, así como los costos indirectos. Esto ocurre porque el análisis se centra en los costos operativos más directos y tangibles de la pequeña minería, dejando de lado aspectos contables y financieros más complejos que suelen ser más relevantes para operaciones de mayor escala.

Por último, los costos financieros netos abarcan el costo de capital necesario para la adquisición de maquinaria y otros equipos fundamentales para las operaciones mineras. Estos costos resultan significativos, ya que representan el financiamiento requerido para iniciar y mantener la operación minera. En la pequeña minería, este financiamiento puede provenir de diversas fuentes y resulta crucial para la adquisición de los recursos necesarios para la producción.

### **3. Metodología**

En el siguiente capítulo se detalla la metodología que fue llevada a cabo mediante la implementación de una mina tipo. La ejecución del trabajo comprendió las siguientes etapas:

- Se realizó una investigación inicial del proceso, con el objetivo posterior de establecer una estructura de desglose del trabajo (EDT).
- Se llevó a cabo la creación de una encuesta, la cual consideró las cuatro operaciones unitarias del proceso de extracción.
- Se procedió al análisis de datos para iniciar la creación del modelo idealizado.
- Se desarrolló un modelo de mina idealizada para la aproximación de una planilla de costos.
- Se diseñó una referencia práctica destinada a guiar futuros emprendimientos en la industria minera.

### **4. Desarrollo**

#### **4.1. Antecedentes pequeña minería**

Se realizó un estudio exploratorio con el objetivo de comprender la pequeña minería en Chile. Se empleó un estudio basado en la revisión bibliográfica de las entidades relacionadas con el sector minero.

Para definir el concepto de pequeña minería, se revisaron diversas definiciones utilizadas por instituciones relevantes en el ámbito minero chileno. Se optó por la definición de ENAMI, dado que es donde la mayoría de los productores realizan sus ventas.

#### **4.2. Descripción proceso de extracción**

Esta etapa implicó un análisis de los métodos, técnicas y equipos empleados en cada fase del proceso de extracción, desde la etapa de perforación hasta la etapa de transporte del minal. Se recopiló información relevante de diversas fuentes relacionadas con la industria minera, como Codelco EDUCA, que detalla cada paso del proceso de extracción, y las guías de operación de SONAMI. Además, se consultaron diversos documentos técnicos sobre la explotación de minerales, como las tesis.

El objetivo principal fue obtener una comprensión completa de los procesos involucrados en la producción minera. Esto sentó las bases para el desarrollo de una estructura de desglose del trabajo que identificara y categorizara los diversos aspectos del proceso.

### **4.3. Descripción del negocio**

Durante el análisis del negocio de los pequeños mineros, se observó que las faenas extractivas de mineral generalmente no incluyen tratamiento, o tienen un nivel bajo de este. Por ello, dependen de terceros, como la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), para su procesamiento, cuyo modelo de negocio se basa en los cargos de tratamiento impuestos a los productores de cobre, oro y plata.

El rol de esta empresa estatal se divide en tres etapas:

- 1) La extracción en minas, donde realiza actividades de fomento.
- 2) La compra de minerales a los pequeños productores para generar valor en óxidos, ácido sulfúrico y sulfuros.
- 3) La venta de productos procesados.

Cuando adquiere mineral de los pequeños mineros, abastece sus propias plantas y algunos poderes de compra. El modelo de negocio consiste en que los pequeños mineros exploran y extraen el mineral, y lo venden para su procesamiento y posterior comercialización como metales.

Los poderes de compra operan bajo un reglamento y oficinas distribuidas en distintas regiones del país. La metodología para calcular las tarifas de compra se establece mensualmente. Se adquieren concentrados de cobre, oro y plata, así como precipitados y minerales que requieren fundición directa. También se compran minerales para flotación y lixiviación destinados a plantas de beneficio.

Los minerales se clasifican según su ley y naturaleza, diferenciándolos en tres categorías: concentrados, minerales y productos procesados. La tarifa de compra es el precio pagado a los productores por unidad de mineral o producto, y se rige por varios parámetros:

- Ley base del mineral: Dado que los minerales provienen de distintas fuentes y tienen diferentes calidades, se publica una tarifa mensual basada en una ley patrón. Según la calidad del mineral, se aplican bonificaciones o castigos.
- Pérdidas metalúrgicas y recuperación: Relacionadas con la eficiencia de los procesos, ya que la cantidad de material procesado es menor a la extraída. Estas pérdidas se valoran como costos.
- Cargos de tratamiento: Son descuentos por el procesamiento del mineral e incluyen cargos por lixiviación, consumo de ácido y chatarra, flotación, fusión y refinación.

- Precio del metal: Se basa en las transacciones de la Bolsa de Metales de Londres, aunque a veces se aplican mecanismos de mercados de futuro.
- Paridad cambiaria: El tipo de cambio se calcula semanalmente y se denomina "dólar ENAMI".

En el Anexo B se presenta un resumen de las fórmulas utilizadas para la determinación de las tarifas de compra de minerales en los distintos procesos, junto con un ejemplo de la tarifa de diciembre 2023.

#### **4.4. Desarrollo de la encuesta**

En esta etapa, se había definido en distintas reuniones con el equipo de SONAMI el uso de las cuatro operaciones unitarias principales: perforación, tronadura, carguío y transporte. Como resultado, se comenzaron a elaborar planillas basadas en las respuestas de la encuesta. Para llevar a cabo esta encuesta, se optó por utilizar un formulario de Google, lo que permitía su rápida distribución, aunque también se realizaron encuestas escritas.

Las preguntas se organizaron en 5 secciones. La primera sección abordaba los antecedentes generales de la mina, mientras que las siguientes secciones se dedicaron a cada una de las operaciones mencionadas. Al diseñar las preguntas, se tuvo en cuenta la necesidad de obtener información relevante de mineras reales, lo que permitiría idear un modelo de mina tipo basado en datos concretos. Las preguntas se encuentran en el Anexo C.

Para difundir la encuesta, se decidió inicialmente conseguir la lista de afiliados de ENAMI. Sin embargo, esta estrategia no tuvo una respuesta favorable, ya que resultó ser muy difícil obtener información confidencial de los empresarios. Por lo tanto, a medida que se salía a terreno, se realizaron las encuestas a los dueños de las minas. Además, se pudieron llevar a cabo encuestas a través de personas conocidas ligadas al rubro de la minería.

##### **4.4.1. Análisis de datos**

Contando con la escasa información y bibliografía disponible en internet, de acuerdo a los encuestados se consiguió la siguiente información:

En cuanto a los resultados de la encuesta realizada, dos de las minas contaban con equipos propios, mientras que una tuvo que arrendar los equipos necesarios, siendo esta la de menor tamaño. En cuanto a la producción, las dos minas de mayor tamaño producían alrededor de 400 toneladas mensuales. En las tres minas, se utilizaba perforadora neumática, empleando

agua y aire a través de un compresor. Para la perforación, se usaban barras de entre 0,8 y 1,80 metros.

Respecto a las tronaduras, el gasto mensual en explosivos era similar entre las minas de mayor tamaño. Los insumos utilizados incluían guía, fulminante, emulsión, ANFO y cordón detonante. Otros insumos recurrentes eran el agua y el diésel.

En cuanto a la mano de obra, en ninguna de las minas había más de 5 trabajadores. En las tres operaciones, se pagaba el transporte del mineral por tonelada, ajustándose este costo según la ubicación de cada mina, ya que se encontraban en diferentes zonas del país.

Para más detalles, se puede consultar el Anexo D, donde se encuentra información adicional. Además, se solicitó información a la Empresa Nacional de Minería. Esta entidad realizó una encuesta para conocer el perfil del productor de pequeña minería, cuyos datos eran de carácter confidencial. Se obtuvo una base de datos con los resultados de un estudio de una población mayor a 18 años, abarcando todas las regiones en las que la entidad tenía presencia. La muestra final consistió en 963 productores de una población total de 1 540 productores (Hoces, 2023).

Para preparar los datos para el análisis, se realizaron ajustes en la base de datos. Se excluyeron elementos no pertinentes para el estudio, como el tipo de faena, eliminando las plantas y celdas sin información, ya que el estudio de costos se centraba en las operaciones de extracción. Asimismo, se revisó el estado actual de las minas, conservando solo aquellas en funcionamiento, y se omitieron otros datos no esenciales. Esto resultó en un total de 731 datos útiles para el análisis.

Continuando con el análisis, se optó por examinar la cantidad de mineras según el tipo de explotación que empleaban. Esto se debió a que la minería a cielo abierto podía ser más económica y, en muchos casos, más segura en comparación con la minería subterránea. La última presentaba costos adicionales, como la construcción de túneles y la fortificación.



**Figura 10:** Gráfico de tipo de extracción.

Como se observa en la figura 10, los resultados indicaron que un 80,85% tenía una explotación del tipo subterránea, un 13,95% de rajo abierto, un 3,83% mixto y un 1,37% de celdas vacías. Respecto al tipo de mena, que es la que está constituida por minerales cuya extracción produce un beneficio económico y por minerales que carecen de valor económico, los resultados de ENAMI mostraron que un 67,4% es de tipo cuprífera, un 16,5% cuprífera y aurífera y en tercer orden la aurífera 11,5%.

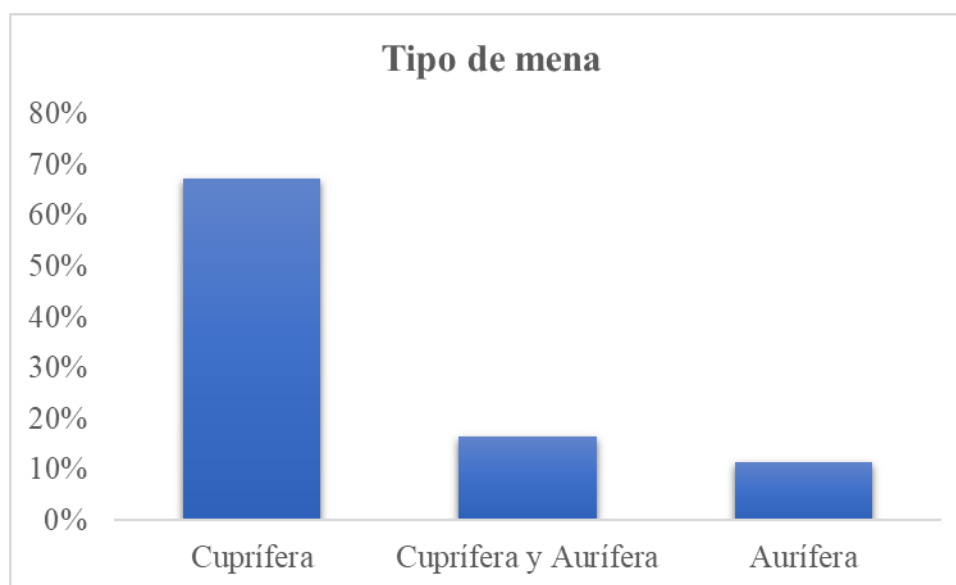


**Figura 11:** Gráfico de barra de las principales menas.

En cuanto al equipamiento que tenían los productores, se observó que la maquinaria y equipos más comunes eran las perforadoras, compresores, camionetas, generadores, minicargadores y cargadores frontales. Por otro lado, muchos de los productores informaron no contar con huinches, scoops, excavadoras, dumpers y retroexcavadoras. Los resultados de esta comparación se detallaron en la tabla 9.

**Tabla 9:** Equipamiento más comunes versus menos comunes.

| <b>Más comunes</b>      |       | <b>Menos comunes</b>   |       |
|-------------------------|-------|------------------------|-------|
| <b>Perforadora</b>      | 69,2% | <b>Huinche</b>         | 92,5% |
| <b>Compresor</b>        | 62,5% | <b>Scoop</b>           | 92,4% |
| <b>Camioneta</b>        | 54,4% | <b>Excavadora</b>      | 90,5% |
| <b>Generador</b>        | 40,3% | <b>Dumper</b>          | 88,6% |
| <b>Minicargador</b>     | 37,3% | <b>Retroexcavadora</b> | 86,7% |
| <b>Cargador frontal</b> | 20,8% |                        |       |

#### 4.4.2. Toma de decisiones

Después de analizar la variedad de información obtenida de diversos medios y tras mantener más reuniones con SONAMI, se decidió que el proyecto se basaría en las cuatro operaciones unitarias mencionadas previamente, dirigido a una mina ubicada en una zona más céntrica para obtener datos acordes a las respuestas de las encuestas, considerando principalmente el tipo de extracción subterránea, que presentaba un mayor porcentaje de uso, y el tipo de mina cuprífera. Se determinó que los principales equipos a utilizar serían perforadoras, compresores, camionetas, minicargadores y dumpers. Además de esto, para elaborar la curva de costos, se acordó trabajar con al menos un productor por tramo para así obtener los datos necesarios.

#### 4.4.3. Modelo de mina idealizada

Basándose en el análisis de datos, se desarrolló un modelo de mina idealizado. Este modelo se utilizó como una aproximación para comprender y evaluar los costos esperados, lo que representó un paso esencial para avanzar en la elaboración de la planilla de costos del sector. Para llevar a cabo el modelo de la mina, la propuesta se enfocó en la explotación subterránea de un yacimiento cuprífero, resaltando su importancia dentro del panorama de la pequeña minería en Chile. Siguiendo la metodología Brook Hunt, se empleó el concepto de C1,

también conocido como coste directo, dado que no incluye depreciación o amortización. El diseño de la mina contempló una labor de dimensiones 2,5 x 2,5 metros en ancho y alto, respectivamente, junto con un túnel principal de 150 metros de longitud. La producción mensual estimada fue de aproximadamente 461 tonelada por mes, y se previó contar con un equipo de 4 trabajadores.

#### **4.4.4. Diseño de operaciones unitarias**

Cada operación unitaria fue planificada, detallando las maquinarias necesarias para realizar las tareas de extracción y transporte del material. Se registraron las características técnicas de las máquinas empleadas en el Anexo E.

##### **➤ Perforación**

Se seleccionaron modelos específicos, considerando sus características técnicas, como la capacidad y el consumo, además de ser modelos más utilizados según los encuestados.

Para respaldar esta operación, se utilizó un compresor especializado, el cual garantizó la eficiencia en el uso de la perforación durante la tarea de extracción.

- **Perforadora YT27**

Es una perforadora neumática (aire comprimido) apoyada en un embolo, es una máquina de alta eficacia, principalmente usada para trabajos en galerías de extracción.



**Figura 12:** Perforadora YT27.

#### ➤ **Tronadura**

Para la tronadura se emplearon diferentes tipos de elementos, cuyo insumos y cantidades según la información recopilada de la encuesta.

#### ➤ **Carguío**

El minicargador mueve y carga material como mineral, escombros o tierra. Esta máquina compacta y versátil es útil en espacios reducidos debido a su tamaño y maniobrabilidad. Los minicargadores cuentan con una cuchara frontal o accesorios intercambiables que facilitan tareas como la excavación, el transporte de materiales y la limpieza de áreas de trabajo.

#### ➤ **Transporte**

En cuanto al transporte personal, se utilizó una camioneta especializada, mientras que para el transporte de mineral se utilizó un dumper, este equipo se distingue por su maniobrabilidad y estabilidad, especialmente en terrenos irregulares.

#### 4.4.5. Planilla referencial de costos

La planilla final de referencia actúa como una guía práctica para reunir los datos necesarios y realizar el cálculo del costo directo de las faenas mineras en la pequeña minería. En caso de no entender algún cálculo, en el Anexo F se encuentran las fórmulas correspondientes.

- **Datos generales mina**

La figura 13 presentó los datos generales de la operación minera, incluyendo detalles sobre el equipo, el consumo de recursos y los tiempos de operación. Estos datos fueron específicos para esa faena y variaron según el productor, el tipo de mineral y las condiciones operativas. Por lo tanto, los valores presentados debieron ser ajustados según las características y necesidades de cada mina.

| Datos faena                |        |                    |                            |                          |
|----------------------------|--------|--------------------|----------------------------|--------------------------|
| Generalidades              |        |                    | Dumper                     |                          |
| Labor alto                 | 2,5    | m                  | Capacidad de carga         | 1,5 ton/viaje            |
| Labor ancho                | 2,5    | m                  | Velocidad dumper           | 10 km/hr                 |
| Longitud labor             | 150    | m                  | Tiempo marina <sup>1</sup> | 1,8 min/viaje            |
| Días trabajados            | 20     | día/mes            | Tiempo marina viaje        | 34,63 min/día            |
| Disparos por mes           | 20     | disp/mes           | Consumo                    | 10 lt/hora               |
| Disparos por día           | 1      | disp/día           | Tiempo dumper              | 0,58 hr/día              |
| Longitud de perforación    | 1,8    | m                  | Minicargador               |                          |
| Avance real, 95%           | 1,71   | m                  | Capacidad de carga         | 0,8 ton                  |
| Densidad roca              | 2,7    | ton/m <sup>3</sup> | Tiempo de carga            | 0,5 min                  |
| Toneladas por día          | 28,86  | ton/disp           | Carguío dumper             | 0,30 hr/día              |
| Mineral a planta día, 80%  | 23,09  | ton/mineral        | Carguío camión             | 0,24 hr/día              |
| Producción mineral         | 461,70 | ton/mes            | Consumo                    | 10 lt/hora               |
| Trabajadores               | 4      | personas           | Tiempo minicargador        | 0,54 hr/día              |
| Traslado                   | 5      | viajes/semana      | Grupo electrógeno          |                          |
| Camioneta                  |        |                    | Consumo                    | 2 lt/hora                |
| Consumo                    | 13     | km/lt              | Tiempo grupo electrógeno   | 8 hr/día                 |
| Recorrido                  | 120    | km/viaje           | Consumo de agua            |                          |
| Viajes                     | 20     | viajes/mes         | Agua por disparo           | 200 lt/disp              |
| Total                      | 184,62 | lt/mes             | Cantidad agua perforación  | 4,00 m <sup>3</sup> /mes |
| Compresor                  |        |                    | Consumo trabajador         | 0,1 m <sup>3</sup> /día  |
| Velocidad perforación      | 0,3    | m/min              | Cantidad agua trabajadores | 8 m <sup>3</sup> /mes    |
| Tiros en total             | 34     |                    | Fletes                     | 2 veces/mes              |
| Metros lineales            | 61,2   | m/disp             | Costo capital              |                          |
| Tiempo perforación         | 3,4    | hr/disp            | Inversión                  | \$116.783.963            |
| Tiempo soplado por tiro    | 5      | s/tiro             | Período                    | 60 meses                 |
| Tiempo soplado por disparo | 170    | s/disp             | Tasa                       | 0,0133                   |
| Tiempo soplado             | 0,05   | hr/disp            | Mantenición                |                          |
| Tiempos inactivos          | 0,5    | hr/disp            | Porcentaje mantención      | 10 %                     |
| Consumo                    | 10     | lt/hora            |                            |                          |
| Tiempo compresor           | 3,95   | hr/disp            |                            |                          |

**Figura 13:** Hoja 1 planilla: Datos generales.

- **Insumos**

La figura 14 presentó una lista de insumos utilizados en la operación minera, que incluyó maquinaria, personal, equipos de protección personal, materiales para perforación y tronadura, así como elementos relacionados con transporte y gastos administrativos. Para cada uno de estos insumos, se realizó una cotización, las cuales se encuentran en el Anexo G, con el fin de determinar sus valores respectivos.

| Ítem                                 | Cantidad | Unidad   | Precio       | Vida útil (mes) | Fuente |
|--------------------------------------|----------|----------|--------------|-----------------|--------|
| <b>Maquinaria</b>                    |          |          |              |                 |        |
| Camioneta                            | -        | c/u      | \$31.790.000 | 84              |        |
| Perforadora                          | -        | c/u      | \$449.000    | 108             |        |
| Compresor                            | -        | c/u      | \$19.611.572 | 108             |        |
| Minicargador                         | -        | c/u      | \$30.940.000 | 108             |        |
| Dumper                               | -        | c/u      | \$33.993.391 | 108             |        |
| <b>Remuneraciones</b>                |          |          |              |                 |        |
| Perforador                           | -        | un       | \$1.118.250  | -               |        |
| Ayudante perforador                  | -        | un       | \$994.000    | -               |        |
| Operador 1                           | -        | un       | \$1.056.125  | -               |        |
| Operador 2                           | -        | un       | \$1.056.125  | -               |        |
| <b>Equipo de protección personal</b> |          |          |              |                 |        |
| Casco                                | -        | c/u      | \$10.116     | 36              |        |
| Overol                               | -        | c/u      | \$8.760      | 1               |        |
| Cinturón minero                      | -        | c/u      | \$22.600     | 4               |        |
| Protector de ojos                    | -        | c/u      | \$6.190      | 6               |        |
| Zapatos de seguridad                 | -        | c/u      | \$55.439     | 5               |        |
| Botas                                | -        | c/u      | \$32.496     | 3               |        |
| Guantes cabritilla                   | -        | c/u      | \$1.702      | 1               |        |
| Guantes PVC                          | -        | c/u      | \$2.543      | 1               |        |
| Respirador                           | -        | c/u      | \$32.382     | 1               |        |
| Filtro respirador                    | -        | c/u      | \$13.677     | 1               |        |
| Lámpara                              | -        | c/u      | \$22.416     | 30              |        |
| Tapón de oídos                       | -        | c/u      | \$138        | 1               |        |
| Protector auditivo                   | -        | c/u      | \$6.743      | 36              |        |
| <b>Perforación</b>                   |          |          |              |                 |        |
| Broca 1,8 (m)                        | -        | c/u      | \$32.600     | 2               |        |
| Broca 1,6 (m)                        | -        | c/u      | \$29.800     | 2               |        |
| Broca 1,2 (m)                        | -        | c/u      | \$22.900     | 3               |        |
| Bits                                 | -        | c/u      | \$14.900     | 2               |        |
| Rollo manguera aire (1")             | 50       | m        | \$179.500    | 12              |        |
| Rollo manguera agua (1/2")           | 50       | m        | \$139.500    | 12              |        |
| Copla (1")                           | -        | c/u      | \$2.900      | 12              |        |
| Copla (1/2")                         | -        | c/u      | \$2.700      | 12              |        |
| <b>Tronadura</b>                     |          |          |              |                 |        |
| Anfo                                 | 25       | kg       | \$16.515     | -               |        |
| Guía lenta                           | 500      | m        | \$20.600     | -               |        |
| Detonador de mecha                   | 100      | un       | \$19.400     | -               |        |
| Emulsión                             | 195      | un       | \$42.990     | -               |        |
| Cordón detonante                     | 500      | m        | \$152.000    | -               |        |
| Iniciador no eléctrico               | 60       | un       | \$59.623     | -               |        |
| <b>Transporte</b>                    |          |          |              |                 |        |
| Flete mineral                        | -        | c/ton    | \$12.000     | -               |        |
| Flete agua                           | -        | c/viaje  | \$60.000     | -               |        |
| <b>Administrativo</b>                |          |          |              |                 |        |
| Almuerzos                            | -        | c/u      | \$5.000      | -               |        |
| Combustible                          | -        | \$/litro | \$1.034      | -               |        |
| Agua                                 | -        | \$/m3    | \$1.362      | -               |        |

**Figura 14:** Hoja 2 planilla: Insumos.

- **Cálculo del consumo de explosivos**

En la figura 15 se ocupó para calcular la carga explosiva a utilizar en el diagrama de disparo junto al factor de carga, y de acuerdo con este cálculo se determinó el consumo de ANFO por tiro. En la figura 16 se calculó el consumo por cada tiro para obtener la compra por mes según la presentación de cada insumo.

| <b>Sección</b>                               |             |                         |
|----------------------------------------------|-------------|-------------------------|
| Alto                                         | 2,5         | m                       |
| Ancho                                        | 2,5         | m                       |
| Área                                         | 6,25        | m <sup>2</sup>          |
| <b>Diseño disparo</b>                        |             |                         |
| Diámetro perforación                         | 0,036       | m                       |
| Diámetro perforación                         | 1,42        | pulg                    |
| Longitud perforación                         | 1,8         | m                       |
| % Avance por disparo                         | 1,71        | m                       |
| Nº perforaciones                             | 34          | tiros                   |
| Nº de disparos                               | 20          | disp/mes                |
| <b>Cálculo de explosivos para una frente</b> |             |                         |
| Longitud de perforación                      | 1,8         | m                       |
| Taco                                         | 0,6         | m                       |
| Columna explosiva                            | 1,2         | m                       |
| Carga de fondo (EMULSIÓN)                    | 0,2         | m                       |
| Carga de columna (ANFO)                      | 1,0         | m                       |
| Área del barreno ANFO                        | 0,0010      | m <sup>2</sup>          |
| Vol. De carga columna ANFO                   | 0,0010      | m <sup>3</sup>          |
| Densidad del explosivo ANFO                  | 780         | kg/m <sup>3</sup>       |
| Kg de ANFO en carga de columna               | 0,79        | kg                      |
| Diámetro barreno EMULSIÓN                    | 0,025       | m                       |
| Área del EMULSIÓN                            | 0,00049     | m <sup>2</sup>          |
| Vol. De carga fondo EMULSIÓN                 | 0,00010     | m <sup>3</sup>          |
| Densidad del explosivo EMULSIÓN              | 1150        | kg/m <sup>3</sup>       |
| Kg de EMULSIÓN en carga de fondo             | 0,11        | kg                      |
| <b>Conversión del EMULSIÓN a Kg de ANFO</b>  |             |                         |
| Kg de emulsión                               | -->         | kg de anfo              |
| 0,486                                        | -->         | 0,608                   |
| 0,11                                         | -->         | 0,138                   |
| Carga explosiva                              | 0,93        | kg/perforación          |
| Total carga explosiva                        | 31,67       | kg/disparo              |
| Volumen a remover                            | 10,69       | m <sup>3</sup>          |
| <b>Factor de carga</b>                       | <b>2,96</b> | <b>kg/m<sup>3</sup></b> |

**Figura 15:** Hoja 3 planilla: Cálculo del consumo de explosivos.

| Consumo explosivos |                      |                 |        |                |        |
|--------------------|----------------------|-----------------|--------|----------------|--------|
| Consumo por tiro   | Cantidad por disparo | Consumo por mes | Unidad | Compra por mes | Unidad |
| 0,93               | 31,67                | 633,46          | kg     | 26,00          | sacos  |
| 2,5                | 85,00                | 1700,00         | m      | 4,00           | rollos |
| 1                  | 34,00                | 680,00          | un     | 7,00           | cajas  |
| 1                  | 34,00                | 680,00          | un     | 4,00           | cajas  |
| 2,5                | 85,00                | 1700,00         | m      | 4,00           | rollos |
| 1                  | 34,00                | 680,00          | un     | 12,00          | cajas  |

**Figura 16:** Hoja 3 planilla: Consumo de explosivos.

- **Costos de producción**

En la hoja se presentaron todos los costos de producción para la mina idealizada, abarcando desde la mano de obra hasta los costos directos de extracción y los costos indirectos que influyen en el proceso.

| Costo de remuneración |             |             |             |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Mano de obra          | Dotación    | Costo       | Total       |
|                       | Persona/mes | \$/mes      | \$/mes      |
| Perforador            | 1           | \$1.118.250 | \$1.118.250 |
| Ayudante perforador   | 1           | \$994.000   | \$994.000   |
| Operador 1            | 1           | \$1.056.125 | \$1.056.125 |
| Operador 2            | 1           | \$1.056.125 | \$1.056.125 |
| Total                 |             |             | \$4.224.500 |

| Costo del equipo de protección personal |              |          |           |
|-----------------------------------------|--------------|----------|-----------|
| Insumos                                 | Uso          | Costo    | Total     |
|                                         | Cantidad/mes | \$/mes   | \$/mes    |
| Casco                                   | 4            | \$281    | \$1.124   |
| Overol                                  | 4            | \$8.760  | \$35.040  |
| Cinturón minero                         | 4            | \$5.650  | \$22.600  |
| Protector de ojos                       | 4            | \$1.032  | \$4.127   |
| Zapatos de seguridad                    | 4            | \$11.088 | \$44.351  |
| Botas                                   | 2            | \$10.832 | \$21.664  |
| Guantes cabritilla                      | 4            | \$1.702  | \$6.808   |
| Guantes PVC                             | 2            | \$2.543  | \$5.086   |
| Respirador                              | 4            | \$32.382 | \$129.528 |
| Filtro respirador                       | 4            | \$13.677 | \$54.708  |
| Lámpara                                 | 4            | \$747    | \$2.989   |
| Tapón de oídos                          | 160          | \$138    | \$22.080  |
| Protector auditivo                      | 4            | \$187    | \$749     |
| Total                                   |              |          | \$350.854 |

| Costo del combustible |        |         |             |
|-----------------------|--------|---------|-------------|
| Equipo                | Uso    | Costo   | Total       |
|                       | Lt/mes | \$/mes  | \$/mes      |
| Camioneta             | 184,62 | \$1.034 | \$190.892   |
| Compresor             | 789,44 | \$1.034 | \$816.286   |
| Dumper                | 115,43 | \$1.034 | \$119.349   |
| Minicargador          | 108,21 | \$1.034 | \$111.890   |
| Grupo electrógeno     | 320,00 | \$1.034 | \$330.880   |
| Total                 |        |         | \$1.569.297 |

| Costo de perforación       |              |          |           |
|----------------------------|--------------|----------|-----------|
| Insumos                    | Uso          | Costo    | Total     |
|                            | Cantidad/mes | \$/mes   | \$/mes    |
| Broca 1,8 (m)              | 2            | \$16.300 | \$32.600  |
| Broca 1,6 (m)              | 2            | \$14.900 | \$29.800  |
| Broca 1,2 (m)              | 2            | \$7.633  | \$15.267  |
| Bits                       | 2            | \$7.450  | \$14.900  |
| Rollo manguera aire (1")   | 2            | \$14.958 | \$29.917  |
| Rollo manguera agua (1/2") | 2            | \$11.625 | \$23.250  |
| Copla (1")                 | 6            | \$242    | \$1.450   |
| Copla (1/2")               | 6            | \$225    | \$1.350   |
| Total                      |              |          | \$148.533 |

| Costo de tronadura     |              |           |             |
|------------------------|--------------|-----------|-------------|
| Insumos                | Uso          | Costo     | Total       |
|                        | Cantidad/mes | \$/mes    | \$/mes      |
| Anfo                   | 26,00        | \$16.515  | \$429.390   |
| Guía lenta             | 4,00         | \$20.600  | \$82.400    |
| Detonador de mecha     | 7,00         | \$19.400  | \$135.800   |
| Emulsión               | 4,00         | \$42.990  | \$171.960   |
| Cordón detonante       | 4,00         | \$152.000 | \$608.000   |
| Iniciador no eléctrico | 12,00        | \$59.623  | \$715.476   |
| Total                  |              |           | \$2.143.026 |

| Costo de transporte |              |          |             |
|---------------------|--------------|----------|-------------|
| Descripción         | Uso          | Costo    | Total       |
|                     | Cantidad/mes | \$/mes   | \$/mes      |
| Flete mineral       | 461,70       | \$12.000 | \$5.540.400 |
| Flete agua          | 2            | \$60.000 | \$120.000   |
| Total               |              |          | \$5.660.400 |

| Costo administrativo |              |         |           |
|----------------------|--------------|---------|-----------|
| Descripción          | Uso          | Costo   | Total     |
|                      | Cantidad/mes | \$/mes  | \$/mes    |
| Alimentación         | 80           | \$5.000 | \$400.000 |
| Agua perforación     | 4            | \$1.362 | \$5.448   |
| Agua consumo         | 8            | \$1.362 | \$10.896  |
| Total                |              |         | \$416.344 |

| Costo capital |             |
|---------------|-------------|
| Descripción   | Total       |
|               | \$/mes      |
| Cuota mes     | \$2.837.478 |

| Costo mantención |           |
|------------------|-----------|
| Descripción      | Total     |
|                  | \$/mes    |
| Camioneta        | \$37.845  |
| Perforadora      | \$416     |
| Compresor        | \$18.159  |
| Minicargador     | \$28.648  |
| Dumper           | \$31.475  |
| Generador        | \$741     |
| Total            | \$117.284 |

Figura 17: Hoja 4 planilla: Costos.

## **5. Resultados**

Para evaluar si la planilla funcionaba, se decidió realizar distintos escenarios en los cuales se cambiaron varios elementos de la planilla principal. Se ajustaron parámetros y se modificaron insumos para observar cómo estas variaciones afectaban los resultados. Este proceso permitió verificar la adaptabilidad de la planilla en diferentes condiciones.

### **5.1. Escenario 1**

En el escenario 1 la producción es de 230 toneladas por mes. Se consideraron 3 trabajadores, ya que se eliminó el dumper y el minicargador asumió las tareas de transporte del mineral desde la mina hasta el acopio, debido a la menor producción. Se realizaron 34 tiros, cada uno con una carga explosiva de 0,93 (kg/perforación) y perforaciones de 36 (mm) de diámetro, al mes se hicieron 10 disparos debido a que se demoró más el carguío y transporte del mineral fuera de la mina.

En la figura 18 se observaron los costos de producción por mes y por tonelada.

| <b>Costos</b>                    |                     |                 |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|
| Descripción                      | \$/mes              | \$/t            |
| <b>Mano de obra</b>              |                     |                 |
| Remuneraciones                   | \$3.168.375         | \$13.776        |
| EPP                              | \$269.828           | \$1.173         |
| Almuerzos y agua                 | \$308.172           | \$1.340         |
| <b>Total MO</b>                  | <b>\$3.746.375</b>  | <b>\$16.289</b> |
| <b>Perforación</b>               |                     |                 |
| Insumos                          | \$148.533           | \$646           |
| Agua perforación                 | \$2.724             | \$12            |
| Combustible compresor            | \$408.143           | \$1.775         |
| Combustible GE                   | \$330.880           | \$1.439         |
| Mantenición equipos              | \$19.315            | \$84            |
| Flete agua                       | \$120.000           | \$522           |
| <b>Total P</b>                   | <b>\$1.029.595</b>  | <b>\$4.477</b>  |
| <b>Tronadura</b>                 |                     |                 |
| Insumos                          | \$1.081.213         | \$4.701         |
| <b>Total T</b>                   | <b>\$1.081.213</b>  | <b>\$4.701</b>  |
| <b>Transporte mina</b>           |                     |                 |
| Combustible dumper               | \$0                 | \$0             |
| Combustible minicargador         | \$111.890           | \$486           |
| Mantenición equipos              | \$28.648            | \$125           |
| <b>Total M</b>                   | <b>\$140.538</b>    | <b>\$611</b>    |
| <b>Transporte punto de venta</b> |                     |                 |
| Flete mineral                    | \$2.770.200         | \$12.000        |
| <b>Total V</b>                   | <b>\$2.770.200</b>  | <b>\$12.000</b> |
| <b>Gastos de administración</b>  |                     |                 |
| Combustible camioneta            | \$190.892           | \$830           |
| Mantenición camioneta            | \$37.845            | \$165           |
| Cuota capital                    | \$2.011.547         | \$8.746         |
| <b>Total A</b>                   | <b>\$2.240.284</b>  | <b>\$9.740</b>  |
| Arriendo                         | \$6.340.468         | \$27.567        |
| Imprevistos (10%)                | \$1.626.746         | \$7.073         |
| <b>Costo producción</b>          | <b>\$18.975.419</b> | <b>\$82.457</b> |

**Figura 18:** Costo de producción escenario 1.

## 5.2. Escenario 2

En el escenario 2, se tomaron los resultados de la mina idealizada como referencia práctica. La producción fue de 460 toneladas por mes, con un total de 4 trabajadores. La mina contaba con camioneta, perforadora, compresor, minicargador y dumper. Al igual que en el escenario 1, el diagrama de disparo mantuvo los mismos elementos, pero el total de disparos es de 20

disparos al mes. En la figura 19 se observaron los costos de producción mensuales y por tonelada.

| <b>Costos</b>                    |                     |                 |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|
| Descripción                      | \$/mes              | \$/t            |
| <b>Mano de obra</b>              |                     |                 |
| Remuneraciones                   | \$4.224.500         | \$9.184         |
| EPP                              | \$350.854           | \$763           |
| Almuerzos y agua                 | \$410.896           | \$893           |
| <b>Total MO</b>                  | <b>\$4.986.250</b>  | <b>\$10.840</b> |
| <b>Perforación</b>               |                     |                 |
| Insumos                          | \$148.533           | \$323           |
| Agua perforación                 | \$5.448             | \$12            |
| Combustible compresor            | \$816.286           | \$1.775         |
| Combustible GE                   | \$330.880           | \$719           |
| Mantenición equipos              | \$19.315            | \$42            |
| Flete agua                       | \$120.000           | \$261           |
| <b>Total P</b>                   | <b>\$1.440.462</b>  | <b>\$3.131</b>  |
| <b>Tronadura</b>                 |                     |                 |
| Insumos                          | \$2.143.026         | \$4.659         |
| <b>Total T</b>                   | <b>\$2.143.026</b>  | <b>\$4.659</b>  |
| <b>Transporte mina</b>           |                     |                 |
| Combustible dumper               | \$119.349           | \$259           |
| Combustible minicargador         | \$111.890           | \$243           |
| Mantenición equipos              | \$60.124            | \$131           |
| <b>Total M</b>                   | <b>\$291.363</b>    | <b>\$633</b>    |
| <b>Transporte punto de venta</b> |                     |                 |
| Flete mineral                    | \$5.540.400         | \$12.000        |
| <b>Total V</b>                   | <b>\$5.540.400</b>  | <b>\$12.000</b> |
| <b>Gastos de administración</b>  |                     |                 |
| Combustible camioneta            | \$190.892           | \$415           |
| Mantenición camioneta            | \$37.845            | \$82            |
| Cuota capital                    | \$2.837.478         | \$6.168         |
| <b>Total A</b>                   | <b>\$3.066.215</b>  | <b>\$6.666</b>  |
| Arriendo                         | \$12.680.935        | \$27.567        |
| Imprevistos (10%)                | \$3.014.865         | \$6.554         |
| <b>Costo producción</b>          | <b>\$33.163.517</b> | <b>\$72.050</b> |

**Figura 19:** Costo de producción escenario 2.

### 5.3. Escenario 3

En el escenario 3, se optó por realizar dos galerías con las mismas condiciones que los escenarios anteriores. La producción fue de 550 toneladas por mes, con 24 disparos

mensuales. Se realizaron dos disparos por día, trabajando en paralelo en las galerías. Se mantuvieron tres trabajadores y se eliminó el dumper. El minicargador asumió la tarea de transportar el mineral desde la mina hasta el acopio. En la figura 20 se observaron los costos de producción mensual y por tonelada.

| <b>Costos</b>                    |                     |                 |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|
| Descripción                      | \$/mes              | \$/t            |
| <b>Mano de obra</b>              |                     |                 |
| Remuneraciones                   | \$3.168.375         | \$5.978         |
| EPP                              | \$269.828           | \$509           |
| Almuerzos y agua                 | \$308.172           | \$581           |
| <b>Total MO</b>                  | <b>\$3.746.375</b>  | <b>\$7.069</b>  |
| <b>Perforación</b>               |                     |                 |
| Insumos                          | \$148.533           | \$280           |
| Agua perforación                 | \$6.538             | \$12            |
| Combustible compresor            | \$1.959.085         | \$3.696         |
| Combustible GE                   | \$330.880           | \$624           |
| Mantenición equipos              | \$19.315            | \$36            |
| Flete agua                       | \$120.000           | \$226           |
| <b>Total P</b>                   | <b>\$2.584.352</b>  | <b>\$4.876</b>  |
| <b>Tronadura</b>                 |                     |                 |
| Insumos                          | \$4.946.969         | \$9.334         |
| <b>Total T</b>                   | <b>\$4.946.969</b>  | <b>\$9.334</b>  |
| <b>Transporte mina</b>           |                     |                 |
| Combustible dumper               | \$0                 | \$0             |
| Combustible minicargador         | \$223.780           | \$422           |
| Mantenición                      | \$28.648            | \$54            |
| <b>Total M</b>                   | <b>\$252.428</b>    | <b>\$476</b>    |
| <b>Transporte punto de venta</b> |                     |                 |
| Flete mineral                    | \$6.648.480         | \$12.000        |
| <b>Total V</b>                   | <b>\$6.648.480</b>  | <b>\$12.000</b> |
| <b>Gastos de administración</b>  |                     |                 |
| Combustible camioneta            | \$190.892           | \$360           |
| Mantenición camioneta            | \$37.845            | \$71            |
| Cuota capital                    | \$2.011.547         | \$3.795         |
| <b>Total A</b>                   | <b>\$2.240.284</b>  | <b>\$4.227</b>  |
| Arriendo                         | \$14.610.643        | \$27.567        |
| Imprevistos (10%)                | \$3.502.953         | \$6.609         |
| <b>Costo producción</b>          | <b>\$38.532.484</b> | <b>\$72.158</b> |

**Figura 20:** Costo de producción escenario 3.

#### 5.4. Escenario 4

En el escenario 4, la producción se incrementó a 660 toneladas por mes. Debido al aumento en la cantidad de toneladas, se añadió un trabajador y se reincorporó el dumper. Además, se cambió el diámetro de perforación a 38 (mm), lo que incrementó la carga explosiva a 1,02 kg por perforación, manteniéndose los 34 tiros y ajustándose el total de 20 disparos por mes. Los datos se observaron en la figura 21.

| <b>Costos</b>                    |                     |                 |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|
| Descripción                      | \$/mes              | \$/t            |
| <b>Mano de obra</b>              |                     |                 |
| Remuneraciones                   | \$4.224.500         | \$6.401         |
| EPP                              | \$350.854           | \$532           |
| Almuerzos y agua                 | \$410.896           | \$623           |
| <b>Total MO</b>                  | <b>\$4.986.250</b>  | <b>\$7.555</b>  |
| <b>Perforación</b>               |                     |                 |
| Insumos                          | \$148.533           | \$225           |
| Agua perforación                 | \$5.448             | \$8             |
| Combustible compresor            | \$816.286           | \$1.237         |
| Combustible GE                   | \$330.880           | \$501           |
| Mantenición equipos              | \$19.315            | \$29            |
| Flete agua                       | \$120.000           | \$182           |
| <b>Total P</b>                   | <b>\$1.440.462</b>  | <b>\$2.183</b>  |
| <b>Tronadura</b>                 |                     |                 |
| Insumos                          | \$2.176.056         | \$3.297         |
| <b>Total Tr</b>                  | <b>\$2.176.056</b>  | <b>\$3.297</b>  |
| <b>Transporte mina</b>           |                     |                 |
| Combustible dumper               | \$171.863           | \$260           |
| Combustible minicargador         | \$161.122           | \$244           |
| Mantenición equipos              | \$60.124            | \$91            |
| <b>Total M</b>                   | <b>\$393.108</b>    | <b>\$596</b>    |
| <b>Transporte punto de venta</b> |                     |                 |
| Flete mineral                    | \$7.978.176         | \$12.000        |
| <b>Total V</b>                   | <b>\$7.978.176</b>  | <b>\$12.000</b> |
| <b>Gastos de administración</b>  |                     |                 |
| Combustible camioneta            | \$190.892           | \$289           |
| Mantenición camioneta            | \$37.845            | \$57            |
| Cuota capital                    | \$2.837.478         | \$4.299         |
| <b>Total A</b>                   | <b>\$3.066.215</b>  | <b>\$4.646</b>  |
| Arriendo                         | \$18.194.385        | \$27.567        |
| Imprevistos (10%)                | \$3.823.465         | \$5.793         |
| <b>Costo producción</b>          | <b>\$42.058.118</b> | <b>\$63.636</b> |

**Figura 21:** Costo de producción escenario 4.

### **5.5. Escenario 5**

En el escenario 5, se realizaron dos galerías con una producción de 1130 toneladas por mes. Se añadió un trabajador y se reincorporó el dumper debido al aumento en la cantidad de toneladas. El diámetro de perforación se cambió a 38 mm, lo que incrementó la carga explosiva a 1,02 kg por perforación. Se mantuvieron los 34 tiros, con un total de 34 disparos al mes y 2 por día, trabajando en paralelo en ambas galerías. Se modificaron los precios de algunos insumos para verificar el funcionamiento de la planilla. Los datos se presentaron en la figura 22.

| <b>Costos</b>                    |                     |                 |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|
| Descripción                      | \$/mes              | \$/t            |
| <b>Mano de obra</b>              |                     |                 |
| Remuneraciones                   | \$4.224.500         | \$3.738         |
| EPP                              | \$350.854           | \$310           |
| Almuerzos y agua                 | \$410.896           | \$364           |
| <b>Total MO</b>                  | <b>\$4.986.250</b>  | <b>\$4.413</b>  |
| <b>Perforación</b>               |                     |                 |
| Insumos                          | \$148.533           | \$131           |
| Agua perforación                 | \$9.262             | \$8             |
| Combustible compresor            | \$2.808.574         | \$2.485         |
| Combustible GE                   | \$330.880           | \$293           |
| Mantenición equipos              | \$19.315            | \$17            |
| Flete agua                       | \$120.000           | \$106           |
| <b>Total P</b>                   | <b>\$3.436.564</b>  | <b>\$3.041</b>  |
| <b>Tronadura</b>                 |                     |                 |
| Insumos                          | \$6.946.902         | \$6.148         |
| <b>Total Tr</b>                  | <b>\$6.946.902</b>  | <b>\$6.148</b>  |
| <b>Transporte mina</b>           |                     |                 |
| Combustible dumper               | \$343.726           | \$304           |
| Combustible minicargador         | \$322.244           | \$285           |
| Mantenición equipos              | \$60.124            | \$53            |
| <b>Total T</b>                   | <b>\$726.093</b>    | <b>\$643</b>    |
| <b>Transporte punto de venta</b> |                     |                 |
| Flete mineral                    | \$13.562.899        | \$12.000        |
| <b>Total V</b>                   | <b>\$13.562.899</b> | <b>\$12.000</b> |
| <b>Gastos de administración</b>  |                     |                 |
| Combustible camioneta            | \$190.892           | \$169           |
| Mantenición camioneta            | \$37.845            | \$33            |
| Cuota capital                    | \$2.837.478         | \$2.511         |
| <b>Total A</b>                   | <b>\$3.066.215</b>  | <b>\$2.713</b>  |
| Arriendo                         | \$31.150.993        | \$27.567        |
| Imprevistos (10%)                | \$6.387.592         | \$5.653         |
| <b>Costo producción</b>          | <b>\$70.263.508</b> | <b>\$62.178</b> |

**Figura 22:** Costo de producción escenario 5.

## 5.6. Discusión

Al comparar los resultados de los escenarios 1, 2, 3, 4 y 5, se evidenció cómo las variaciones en la producción, los costos de insumos y la estructura operativa impactaron significativamente en los costos totales de producción, en el costo por tonelada y en la rentabilidad de las operaciones mineras.

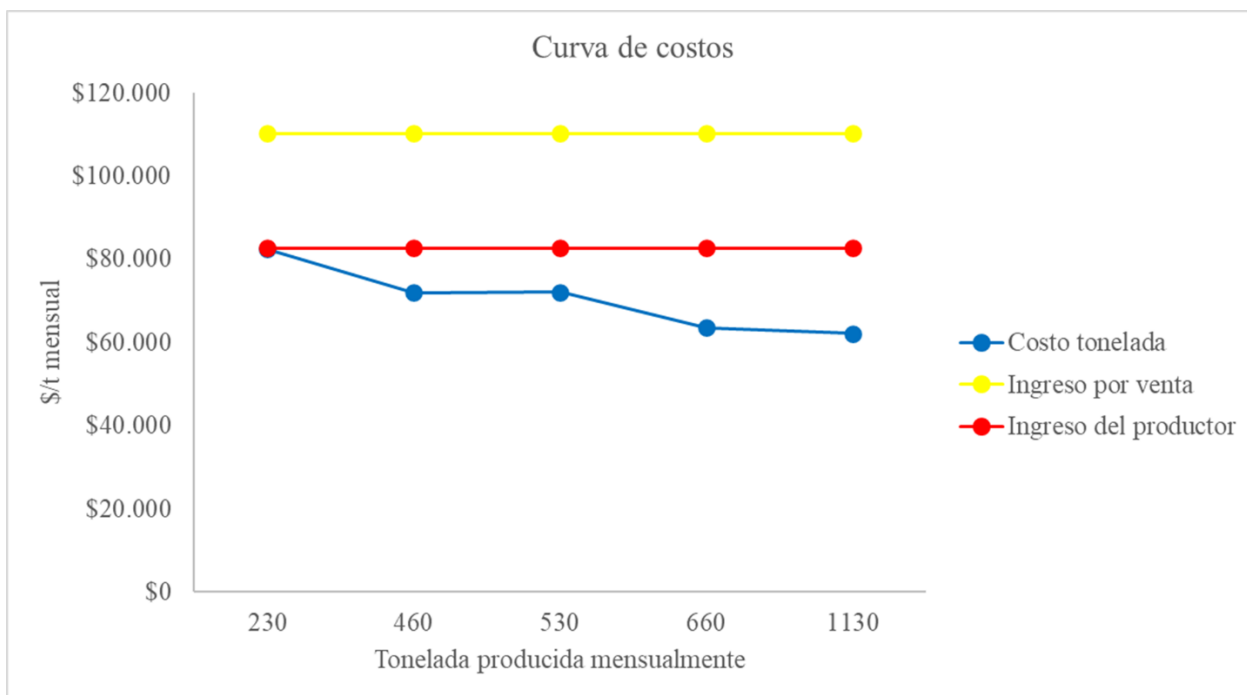


**Figura 23:** Curva de costos.

La economía de escala en la producción minera analiza cómo las variaciones en la producción afectan los costos y la rentabilidad. En los distintos escenarios evaluados, se observó que a medida que la producción aumentaba, los costos por tonelada tendían a disminuir, lo que evidenció la presencia de economía de escala. En el escenario 5, con una producción de 1130 toneladas por mes, el costo de producción fue de \$70 263 508, resultando en un costo por tonelada de \$62 178. En contraste, en el escenario 1, donde la producción alcanzó 230 toneladas por mes, el costo total fue de \$18 975 419, lo que arrojó un costo por tonelada considerablemente más alto. Esto mostró que el incremento en la producción permite distribuir los costos fijos entre un mayor número de toneladas, reduciendo el costo promedio por tonelada.

La figura 23 comparó los costos de producción en los diferentes escenarios y permitió observar esta tendencia. A medida que se avanzó de un escenario a otro, el costo por tonelada

disminuyó a medida que aumentaba la producción. Esta relación inversa entre la producción y el costo por tonelada reflejó un principio básico de la economía de escala, donde el aumento en el volumen de producción conlleva a una reducción en los costos unitarios.

Se consideró también el precio base de la tarifa de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) y se incluyeron regalías del 25% para evaluar la viabilidad del arrendamiento de la mina. Este análisis permitió determinar si los ingresos generados por la producción eran suficientes para cubrir los costos operativos y las regalías, así como para evaluar la rentabilidad de la operación en comparación con la opción de arrendar la mina. Al incorporar las regalías, se evaluó su impacto en la rentabilidad.

Finalmente, la inclusión de las regalías del 25% ayudó a comparar la rentabilidad de que, si los ingresos netos después de pagar las regalías resultaban suficientes para cubrir los costos y generar ganancias, la operación era viable.

## 6. Conclusiones

El trabajo cumplió con los objetivos planteados, desarrollando una metodología de análisis de costos de producción adaptada a las características de la pequeña minería. Se formuló un plan de cuentas de costos directos e indirectos, lo que permitió interpretar la información sobre el costo real de una operación en este sector.

En primer lugar, se evidenció una relación indirecta entre la producción y los costos operativos. Los resultados obtenidos en los diferentes escenarios mostraron que, a medida que la producción disminuyó, el costo por tonelada aumentó. Al comparar los escenarios, se destacó la importancia de mantener niveles de producción, una ley y una distancia al punto de venta óptimos para asegurar la viabilidad económica de las operaciones.

El análisis también permitió identificar que la eficiencia operativa se vio afectada negativamente por la reducción en la producción. En el escenario 1, aunque se optimizaron ciertos costos, la disminución de la producción resultó en un incremento del costo por tonelada. Esto sugirió que, para mantener la rentabilidad, las operaciones mineras debían enfocarse en estrategias que maximizaran la producción y minimizaran los costos, como la implementación de mejoras tecnológicas y la capacitación del personal.

Otro aspecto relevante fue la estructura de costos, que reveló el impacto significativo de los costos fijos, como las remuneraciones, las regalías y el transporte al punto de venta, en el costo total de producción. La eliminación de equipos, como el dumper en los escenarios 1 y 3, redujo los costos operativos, pero también afectó la capacidad de producción. Por lo tanto, se concluyó que las decisiones operativas debían basarse en un análisis detallado de costos y beneficios, considerando tanto la producción como la rentabilidad a largo plazo.

En síntesis, este estudio proporcionó una base para la gestión de costos en la pequeña minería y estableció un marco para futuras investigaciones y mejoras en el sector, resaltando la importancia de implementar estrategias que mantuvieran la eficiencia y rentabilidad en diversas condiciones operativas.

## **7. Recomendaciones**

Se sugiere el desarrollo de un plan de costos estandarizado con una base de datos más amplia, complementado con salidas a terreno que permitan observar directamente el trabajo de los productores. Esta combinación facilitaría una evaluación más precisa de los costos operativos y las condiciones reales de producción. Este enfoque facilitará la toma de decisiones informadas y la identificación de áreas de mejora.

La optimización de la producción es otra recomendación crucial. Los pequeños mineros deben buscar constantemente formas de mejorar sus procesos operativos, lo que incluye la planificación adecuada de las actividades, la gestión eficiente de los recursos y la evaluación regular de los métodos utilizados. Identificar oportunidades de mejora en la producción no solo aumentará la rentabilidad, sino que también contribuirá a la sostenibilidad de las operaciones.

Finalmente, se sugiere fomentar la investigación y el desarrollo en el ámbito de la pequeña minería. La colaboración con universidades y centros de investigación puede explorar nuevas técnicas de extracción y procesamiento que mejoren la eficiencia y sostenibilidad del sector. Invertir en investigación y desarrollo no solo beneficiará a los pequeños mineros, sino que también contribuirá al avance general de la industria minera.

## 8. Referencias

- Agencia de Sostenibilidad Energética. (2017). *Proceso de carguío: Energía en minería*.  
Obtenido de <https://www.energiaenmineria.cl/procesos/carguio/>
- Asociación para el Progreso de la Dirección. (28 de Mayo de 2019). *APD*. Obtenido de  
<https://www.apd.es/que-es-economia-de-escala-y-tipos/>
- Asturias corporación universitaria . (2023). *Factores productivos, costos a corto y largo plazo*. Bogotá.
- Bernaola Alosa, J., Castilla Gómez, J., & Herrera Herbert, J. (2013). *Perforación y voladura de rocas en minería*. Madrid.
- Castaño, O. M. (2009). *Costos y presupuestos*. Bogotá.
- ChileAtiende. (23 de Enero de 2023). *Chile Atiende*. Obtenido de  
<https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/7360-pago-de-cotizaciones-previsionales-y-de-salud>
- COCHILCO . (11 de junio de 2024). *Precio de los metales*. Obtenido de  
<https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Bases%20de%20Datos/Precio-de-los-Metales.aspx>
- Comisión Chilena del Cobre. (2015). *Caracterización de los costos de la gran minería del cobre*.
- Comisión Chilena del Cobre. (2022). *Monitoreo de variables e indicadores relevantes de la mediana y pequeña minería chilena*.
- Comisión para el mercado financiero. (s.f.). *Portal de educación financiera*. Obtenido de  
<https://www.cmfeduca.cl/educa/621/w3-propertyvalue-43579.html>
- Comisión para el mercado financiero. (s.f.). *Portal de educación financiera*. Obtenido de  
<https://www.cmfeduca.cl/educa/621/w3-propertyvalue-1341.html>
- Consejo Minero. (13 de Enero de 2019). *Minería metálica*. Obtenido de  
<https://consejominero.cl/chile-pais-minero/aprende-de-mineria/mineria->

metalica/#:~:text=La%20miner%C3%ADa%20met%C3%A1lica%20es%20la,cobalto%2C%20tungsteno%2C%20titanio%2C%20cromo

ENAEX S.A. (2010). *Manual de tronadura*. ENAEX S.A.

EXSA. (1999). *Manual práctico de voladura*. Lima: Explosivos y servicios.

Félix, N. F. (2002). *Uso de los explosivos como carga de fondo en voladuras superficiales y secundarias*. Sonora.

García, J. (2008). Contabilidad de costos. En J. García, *Contabilidad de costos* (pág. 338). México: McGraw Hill.

Hoces, I. J. (2023). *Caracterización de la pequeña minería*. Subgerencia planificación y desarrollo minero. Santiago: Empresa Nacional de Minería.

Ingeoexpert. (18 de Enero de 2019). *La minería subterránea: ¿En qué consiste?* Obtenido de <https://ingeoexpert.com/2019/01/18/la-mineria-subterranea-en-que-consiste/>

Kiziryan, M. (01 de Marzo de 2020). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/economias-de-escala.html>

Lara, R. M. (2017). *Rainuras sin tiro de alivio*. Santiago, Chile.

Lemus, W. J. (2010). *Contabilidad de costos*. San Mateo: Fundación para la Educación Superior San Mateo.

McGraw-Hill Book Company. (1912). *Handbook of mining details*. Nueva York: Staff.

Memory. (s.f.). *¿Qué son los costos en contabilidad y cómo se clasifican?* Obtenido de <https://memory.com.uy/blog-general/que-son-los-costos-en-contabilidad/>

Ministerio de Minería. (2022). *Oficio N°26082 A PROSECRETARIO DE LA CÁMARA DE DIPUTADAS Y DIPUTADOS*.

Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI. (2014). *Descripción de proyectos de explotación, tratamiento de minerales y cierre de faenas*. Santiago.

Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI. (2014). *Manejo de mineral y residuos mineros*. Santiago.

- Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI. (2014). *Operación y tránsito de equipos, vehículos y personas*. Santiago.
- Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI. (2014). *Perforación y tronadura*. Santiago.
- Motorman. (2024). *Venta y arriendo maquinarias*. Obtenido de <https://www.motorman.cl/maquinarias-construccion>
- Ortiz, J. (2008). *Apuntes de curso de explotación de minas*. Santiago.
- Perfoexpress Ltda. (2024). *Cátalogo de productos*. Obtenido de <https://perfoexpress.cl/tienda/>
- Rodríguez, M. C., Pasapera Montalbán, D., Sandoval Silupú, C., & Sussoni Manrique, M. (19 de Octubre de 2015). *Slideshare: Labores mineras*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/carlosDaniel995/labores-mineras>
- Seguridad Minera. (20 de Marzo de 2017). *Cómo se relaciona el carguío y transporte con el resto de actividades para la extracción del mineral*. Obtenido de [https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/el-carguio-y-transporte-y-su-relacion-con-otras-etapas-de-la-explotacion/#:~:text=El%20objetivo%20del%20cargu%C3%ADo%20y,frente%20de%20trabajo%20\(cargu%C3%ADo\)](https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/el-carguio-y-transporte-y-su-relacion-con-otras-etapas-de-la-explotacion/#:~:text=El%20objetivo%20del%20cargu%C3%ADo%20y,frente%20de%20trabajo%20(cargu%C3%ADo))
- SERNAGEOMIN. (Marzo de 2016). *Guía de operación para la pequeña minería: SONAMI*. Obtenido de <https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2016/03/6.perforacion-y-tronadura.pdf>
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (2023). *Anuario de la minería de Chile 2022*. David Montenegro C., Carlos del Solar E., Jorge Vargas V., Cecilia Concha V., Heidi Cano G., Aníbal.
- Sociedad Nacional de Minería. (2020). *Minería metálica*. Obtenido de <https://www.sonami.cl/v2/informacion-de-la-mineria/mineria-metalica/#:~:text=En%20miner%C3%ADa%20met%C3%A1lica%2C%20Chile%20tiene,Sur%20y%20Minera%20Los%20Pelambres>.

Superintendencia de seguridad social. (s.f.). *SUSESO*. Obtenido de  
<https://www.suseso.cl/606/w3-article-19876.html#:~:text=Es%20el%20porcentaje%20que%20el,por%20el%20uso%20de%20dinero.>

## Anexo A

| Categoría | Definición                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>  | Empresas mineras en que se trabaja más de un millón de horas personas en el año (corresponde al trabajo promedio aproximado de igual a, o mayor, de 400 trabajadores/as durante un año).                            |
| <b>B</b>  | Empresas en que se trabaja entre un millón y doscientos mil horas personas en el año (corresponde al trabajo promedio aproximado de un mínimo de 80 y un máximo de 400 trabajadores/as durante un año).             |
| <b>C</b>  | Empresas en que se trabaja menos de doscientos mil y más de treinta mil horas personas en el año (corresponde al trabajo promedio aproximado de un mínimo de 12 y un máximo de 80 trabajadores/ as durante un año). |
| <b>D</b>  | Empresas en que se trabaja menos de treinta mil horas personas en el año (corresponde al trabajo promedio de menos de 12 trabajadores/as durante un año).                                                           |

En este estudio, dado que la pequeña minería en cuestión emplea a menos de 12 trabajadores/as, se ajusta perfectamente a los criterios establecidos para la categoría D, caracterizada por operaciones de menor escala y, consecuentemente, un menor volumen de trabajo anual comparado con otras categorías más grandes.

## Anexo B

### c.1.- Para Concentrados de Cobre

$$TARIFA = Fc \times (LME - CR) \times (LC) \times (1 - \frac{PM}{100}) - CF$$

$$ESCALA = Fc \times (LME - CR) \times \frac{1}{100} \times (1 - \frac{PM}{100})$$

### c.2.- Para Minerales de Cobre Destino Flotación

$$TARIFA = [Fc \times (LME - CR) \times (LC) \times (1 - \frac{PM}{100}) - CF] \times \frac{LM \times REC}{LC \times 100} - CB$$

$$ESCALA = [Fc \times (LME - CR) \times (LC) \times (1 - \frac{PM}{100}) - CF] \times \frac{1}{100} \times \frac{REC}{LC \times 100}$$

### c.3.- Variables y Unidades

|     |                                                                                        |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Fc  | = Factor de conversión, para llevar US\$/Lb a US\$/TM.<br>22,046223.                   |
| LC  | = Ley del concentrado, expresada en porcentaje.                                        |
| LM  | = Ley base del mineral, expresada en porcentaje.                                       |
| PM  | = Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje en términos de recuperación. |
| LME | = Precio del metal, expresado en US\$/Lb.                                              |
| CR  | = Cargo por refinación, expresado en US\$/Lb.                                          |
| CF  | = Cargo por fusión, expresado US\$/TM.                                                 |
| REC | = Recuperación en la etapa de concentración,                                           |
| CB  | = Cargo por flotación, expresado en US\$/TMS.                                          |

### c.1.- Para Minerales de Cobre destino Fundición Directa

$$TARIFA = Fc \times (LME - CR) \times (\frac{LM}{100}) \times (1 - \frac{PM}{100}) - CF$$

$$ESCALA = Fc \times (LME - CR) \times (\frac{1}{100}) \times (1 - \frac{PM}{100})$$

### c.3.- Variables y Unidades

|     |                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| Fc  | = Factor de conversión, para llevar US\$/Lb a US\$/TM.<br>22,046223. |
| LM  | = Ley del mineral, expresada en porcentaje.                          |
| PM  | = Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.           |
| LME | = Precio del metal, expresado en US\$/Lb.                            |
| CR  | = Cargo por refinación, expresado en US\$/Lb.                        |
| CF  | = Cargo por fusión, expresado US\$/TM.                               |

### c.1.- Para Concentrados de Oro

$$TARIFA = \frac{1}{Fc} \times (LM - CR) \times (LC) \times (1 - \frac{PM}{100}) - CF$$

$$ESCALA = \frac{1}{Fc} \times (LME - CR)$$

### c.2.- Para Minerales de Oro Destino Flotación

$$TARIFA = [\frac{1}{Fc} \times (LME - CR) \times (LC) \times (1 - \frac{PM}{100}) - CF] \times \frac{LM \times REC}{LC \times 100} - CB$$

$$ESCALA = [\frac{1}{Fc} \times (LME - CR) \times (LC) \times (1 - \frac{PM}{100}) - CF] \times \frac{1}{100} \times \frac{REC}{LC \times 100}$$

### c.3.- Variables y Unidades

|     |                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------|
| Fc  | = Factor de conversión, para llevar US\$/Onza a US\$/Gramo.<br>31,103. |
| LC  | = Ley del concentrado, expresada en Gr/Ton.                            |
| LM  | = Ley base del mineral, expresada en Gr/Ton.                           |
| PM  | = Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.             |
| LME | = Precio del metal, expresado en US\$/Onza.                            |
| CR  | = Cargo por refinación, expresado en US\$/Onza.                        |
| CF  | = Cargo por fusión, expresado US\$/TM.                                 |
| REC | = Recuperación en la etapa de concentración, expresada en porcentaje.  |
| CB  | = Cargo por flotación, expresado en US\$/TMS.                          |

### c.1.- Para Minerales de Oro Fundición Directa.

$$TARIFA = \frac{1}{Fc} \times (LME - CR) \times (LM) \times (1 - \frac{PM}{100}) - CF$$

$$ESCALA = \frac{1}{Fc} \times (LME - CR)$$

### c.3.- Variables y Unidades

|     |                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------|
| Fc  | = Factor de conversión, para llevar US\$/Onza a US\$/Gramo.<br>31,103. |
| LM  | = Ley del mineral, expresada en Gr/Ton.                                |
| PM  | = Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.             |
| LME | = Precio del metal, expresado en US\$/Onza.                            |
| CR  | = Cargo por refinación, expresado en US\$/Onza.                        |
| CF  | = Cargo por fusión, expresado US\$/TM.                                 |

c.1.- Para Concentrados de Plata

$$\text{TARIFA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LM} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF}$$

$$\text{ESCALA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR})$$

c.2.- Para Minerales de Plata Destino Flotación

$$\text{TARIFA} = \left[ \frac{1}{F_c} \times (\text{LM} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF} \right] \times \frac{\text{LM}}{\text{LC}} \times \frac{\text{REC}}{100} - \text{CB}$$

$$\text{ESCALA} = \left[ \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF} \right] \times \frac{1}{\text{LC}} \times \frac{\text{REC}}{100}$$

c.3.- Variables y Unidades

|     |                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| Fc  | = Factor de conversión, para llevar US\$/Onza a US\$/Gramo.<br>31.103.   |
| LC  | = Ley del concentrado, expresada en Gr/Ton.                              |
| LM  | = Ley base del mineral, expresada en Gr./Ton.                            |
| PM  | = Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.               |
| LM  | = Precio del metal, expresado en US\$/Onza.                              |
| CR  | = Cargo por refinación, expresado en US\$/Onza.                          |
| CF  | = Cargo por fusión, expresado US\$/TM.                                   |
| REC | = Recuperación en la etapa de concentración,<br>expresada en porcentaje. |
| CB  | = Cargo por flotación, expresado en US\$/TMS.                            |

c.1.- Para Mineraleza de Plata de Fundición Directa.

$$\text{TARIFA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR}) \times (\text{LM}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF}$$

$$\text{ESCALA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR})$$

c.3.- Variables y Unidades

|     |                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------|
| Fc  | = Factor de conversión, para llevar US\$/Onza a US\$/Gramo.<br>31.103. |
| LM  | = Ley del mineral, expresada en Gr/Ton.                                |
| PM  | = Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.             |
| LME | = Precio del metal, expresado en US\$/Onza.                            |
| CR  | = Cargo por refinación, expresado en US\$/Onza.                        |
| CF  | = Cargo por fusión, expresado US\$/TM.                                 |

TARIFAS DE COMPRA - VALORES EN \$

ENTREGAS CORRESPONDIENTES AL MES DE

diciembre de 2023

Tarifas Definitivas de Cobre, Plata y Oro

|                                                                                                                                   |           | CUPRIFEROS           |           |              |                   | AURIFEROS                             |              | ARGENTIFEROS |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|-----------|--------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| TARIFA                                                                                                                            |           | cobranza             |           | otorgamiento | cobranza          | TARIFA                                |              | TARIFA       |              |
| base                                                                                                                              | escala    | Fondo Estabilización |           |              | crédito tar indiv | base                                  | escala       | base         | escala       |
| \$/tms                                                                                                                            | \$/tms.1% | \$/tms.1%            | \$/tms.1% |              | \$/tms.1%         | \$/tms                                | \$/tms.1 g/l | \$/tms       | \$/tms.1 g/l |
| MINERALES DE FLOTACION: COBRE: BASE 2,5% CU INSOLUBLE - ORO: BASE 5 GR/T - PLATA: BASE 350 GR/T                                   |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| TARIFAS DEFINITIVAS DEL MES                                                                                                       |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| tarifas nacionales excepto indicadas                                                                                              | 110.269   | 56.508               | 0         | 543          | 1.678             | 144.348                               | 35.117       | 100.686      | 377          |
| tarifa cobre agencia <b>Matta</b>                                                                                                 | 113.652   | 56.508               | 0         | 543          | 1.678             |                                       |              |              |              |
| tarifa ganga caliza <b>Cabildo - Rancagua</b>                                                                                     | 93.220    | 49.688               | 0         | 477          | 1.475             |                                       |              |              |              |
| tarifa equivalente                                                                                                                | 85.456    | 46.582               | 0         | 543          | 1.678             | 125.024                               | 31.252       |              |              |
| MINERALES DE LIXIVIACION EN PILAS: COBRE: BASE 2,5% CU SOLUBLE                                                                    |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| TARIFAS DEFINITIVAS DEL MES                                                                                                       |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| tarifas nacionales óxidos (sxew)                                                                                                  | 86.488    | 44.651               | 0         | 484          | 1.495             |                                       |              |              |              |
| ajuste por ácido tarifa nacional óxidos : \$(1% Cu - 1 kg ácido/kg Cu recuperado)                                                 |           |                      |           |              |                   | sobre un consumo base de 4,98 kg/kg : |              |              |              |
|                                                                                                                                   |           |                      |           |              |                   | 1.146                                 |              |              |              |
| tarifas <b>sxew Plantas ENAMI + Cabildo</b>                                                                                       | 89.351    | 45.796               | 0         | 496          | 1.534             |                                       |              |              |              |
| ajuste por ácido tarifa <b>sxew plantas enami + cabildo</b> : \$(1% Cu - 1 kg ácido/kg Cu recuperado)                             |           |                      |           |              |                   | sobre un consumo base de 4,98 kg/kg : |              |              |              |
|                                                                                                                                   |           |                      |           |              |                   | 1.176                                 |              |              |              |
| la medida en que se baja la ley mínima de liquidación en los Pod. de Compra con Planta propia a 0,8% de CuS, se mantiene vigente. |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| SUBPRODUCTOS DE MINERALES DE FLOTACION COBRE, PLATA Y ORO:                                                                        |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| COBRE: 1% CU INSOLUBLE                                                                                                            |           | 49.603               |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| ORO: 1 GR/TON                                                                                                                     |           |                      |           |              |                   |                                       | 31.873       |              |              |
| PLATA: 1 GR/TON                                                                                                                   |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              | 371          |
| MINERALES DE FUNDICION DIRECTA: TARIFAS DEFINITIVAS (Cu, Ag y Au)                                                                 |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| COBRE : BASE 12 %                                                                                                                 | 686.436   | 66.000               | 0         | 596          | 1.840             |                                       |              |              |              |
| ORO : BASE 40 GR AU/TMS                                                                                                           |           |                      |           |              |                   | 1.775.810                             | 47.034       |              |              |
| PLATA: BASE 2.000 GR AG/TMS                                                                                                       |           |                      |           |              |                   |                                       |              | 980.036      | 547          |
| CONCENTRADOS: TARIFAS DEFINITIVAS (Cu, Ag y Au)                                                                                   |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| COBRE : BASE 20 %                                                                                                                 | 1.217.187 | 66.138               | 0         | 597          | 1.844             |                                       |              |              |              |
| ORO : BASE 40 GR AU/TMS                                                                                                           |           |                      |           |              |                   | 2.019.282                             | 53.121       |              |              |
| PLATA: BASE 3.000 GR AG/TMS                                                                                                       |           |                      |           |              |                   |                                       |              | 1.739.606    | 618          |
| PRECIPITADOS: TARIFA DEFINITIVA                                                                                                   |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| COBRE : BASE 65 %                                                                                                                 | 4.184.439 | 66.000               | 0         | 596          | 1.840             |                                       |              |              |              |
| ORO METALICO: TARIFA DEFINITIVA                                                                                                   |           |                      |           |              |                   |                                       |              |              |              |
| PRECIO DEL GRAMO DE ORO FINO                                                                                                      | 53.837    | \$/g                 |           |              |                   |                                       |              |              |              |

Raul Sturla

Firmado digitalmente por Raul Sturla

Fecha: 2023.12.04 13:04:32 -03'00'

RAUL STURLA BELMAR

SUBGERENTE COMERCIALIZACION DE MINERALES

CCR

04-dic

CCR  
04-dic

Raul  
Sturla

Firmado digitalmente por Raul Sturla  
Fecha: 2023.12.04 13:04:32 -03'00'

RAUL STURLA BELMAR  
SUBGERENTE COMERCIALIZACION DE MINERALES

| TARIFAS DE COMPRA - VALORES EN US\$       |  | ENTREGAS CORRESPONDIENTES AL MES DE |  |  |  | - diciembre de 2023 |  |  |  |
|-------------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|--|---------------------|--|--|--|
| Tarifas Definitivas de Cobre, Plata y Oro |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |
|                                           |  |                                     |  |  |  |                     |  |  |  |

## Anexo C

|                                                                                                    |                                                         |                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><b>SONAMI</b> | <h1>REGISTRO DE OPERACIONES EN<br/>PEQUEÑA MINERÍA</h1> | <br>UNIVERSIDAD TÉCNICA<br>FEDERICO SANTA MARÍA |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

La información proporcionada en este formulario será de uso exclusivo para investigación encargada por SONAMI sobre las operaciones en pequeña minería, con base principal en costos de producción e implementación de ERNC.

### Antecedentes generales

#### 1. Correo

---

#### 2. Nombre de la mina

---

#### 3. ¿En qué región se encuentra la mina?

- ☐ Arica y Parinacota
- ☐ Tarapacá
- ☐ Antofagasta
- ☐ Atacama
- ☐ Coquimbo
- ☐ Valparaíso
- ☐ Metropolitana
- ☐ O'higgins
- ☐ Maule
- ☐ Ñuble
- ☐ BioBío
- ☐ La Araucanía
- ☐ Los Ríos
- ☐ Los Lagos
- ☐ Aysén
- ☐ Magallanes

#### 4. ¿En qué ciudad se encuentra ubicada?

---

**5. ¿Qué técnica de extracción utiliza?**

☐ Minería subterránea

☐ Minería rajo abierto

**6. Tipo de mineral que extrae**

\_\_\_\_\_

**7. Cantidad de extracción (ton/mes)**

\_\_\_\_\_

**8. Tipo de procesamiento**

☐ Flotación

☐ Lixiviación

**9. Lugar de la planta de procesamiento**

\_\_\_\_\_

**10. Número de trabajadores**

\_\_\_\_\_

**11. Gastos aproximados de agua**

\_\_\_\_\_

**12. Gastos aproximados de energía**

\_\_\_\_\_

**13. Gastos aproximados de combustible**

\_\_\_\_\_

**14. Otros gastos**

\_\_\_\_\_

**Perforación**

**15. Equipos que se utilizan (marca/modelo)**

\_\_\_\_\_

**16. Insumos**

\_\_\_\_\_

**17. Detalle de gastos de cada insumo mencionado**

\_\_\_\_\_

**18. Combustible utilizado en máquinas de perforación**

- ☐ Diésel
- ☐ Gasolina
- ☐ Gas natural
- ☐ Queroseno
- ☐ Madera
- ☐ Turba
- ☐ Carbón
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**19. Gasto de combustible por concepto de perforación mensual**

\_\_\_\_\_

**Tronadura**

**20. Equipos que se utilizan (marca/modelo)**

\_\_\_\_\_

**21. Insumos**

\_\_\_\_\_

**22. Detalle de gastos de cada insumo mencionado**

\_\_\_\_\_

**23. Explosivo utilizado**

- ☐ ANFO
- ☐ ANFO pesado
- ☐ Dinamita
- ☐ Emulsión
- ☐ Hidrogel

**24. Cantidad de explosivo utilizado mensual**

\_\_\_\_\_

**Carguío**

**25. Equipos que se utilizan (marca/modelo)**

---

**26. Insumos**

---

**27. Detalle de gastos de cada insumo mencionado**

---

**28. Combustible utilizado en máquinas de perforación**

- ☐ Diésel
- ☐ Gasolina
- ☐ Gas natural
- ☐ Queroseno
- ☐ Madera
- ☐ Turba
- ☐ Carbón
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**29. Gasto de combustible por concepto de perforación mensual**

---

**Transporte**

**30. Equipos que se utilizan (marca/modelo)**

---

**31. Insumos**

---

**32. Detalle de gastos de cada insumo mencionado**

---

**33. Combustible utilizado en máquinas de perforación**

- ☐ Diésel
- ☐ Gasolina
- ☐ Gas natural
- ☐ Queroseno
- ☐ Madera
- ☐ Turba
- ☐ Carbón
- ☐ Otro: \_\_\_\_\_

**34. Gasto de combustible por concepto de perforación mensual**

---

## Anexo D

Mina Vanessa – [afvalen@gmail.com](mailto:afvalen@gmail.com)

- 450 – 500 ton mensuales, 3.5 g de oro por tonelada mensual
- 5 trabajadores
- 3 socavones, pero solo se trabajan 2
- Distrito Chancón extrae 24 Kg de Oro por tonelada
- Perforadora YT27 de aire comprimido (200 Litros diarios), trabaja con agua y aire a través de un compresor y bomboneta
- 150 metros de túnel
- 2 minicargadores CAT 226 (600 L) capacidad aprox de 1,2 toneladas
- Ancho labor: 2,5 x 2,5 m
- 2 Dumper con capacidad 3 toneladas, dumper silla 4x4 articulado italiano
- 2 camionetas
- Hacia donde se gira la veta se extrae
- El oro de un metro a otro cambia
- Vetas tipo rosario (clavo minerales)
- La circulación de aire de la mina depende de la temperatura
- \$1.300.000 cada pedido de explosivos, se hacen 3 pedidos de ANFO mensuales, que contienen 700 fulles, 700 detonadores, 1500 metros de guía, 6 sacos ANFO de 25 Kg y Emultex 428
- Diésel: 1600 litros mensuales
- En promedio se echan 18 dumper a una batea
- Dumper: 10 litros diarios de diésel
- Minicargador: 20 litros diarios de petróleo
- Se echan 4 gatos a un dumper
- Cada 250 horas se realizan mantenciones
- El ciclo es estocada – chimenea – minicargador – dumper
- Valor minicargador: 35 – 40 M + IVA
- Valor dumper: 20 M + IVA
- Cada 10 metros se realiza una estocada, cada 10 metros una chimenea
- Se tienen 2 compresores
- Valor perforadora: \$480.000 + IVA
- Se realizan aprox 17 tiros de 1.20 – 1.60 metros
- Se usan 2 – 3 yacos al día (\$15.000 c/u)
- Barra: \$35.000 + IVA
- Para cada tiro se usan 2 metros de guía, 1 full y 400 g de ANFO
- No se deben hacer más de 22 – 25 tiros por frente
- Manguera de la perforadora dura de 1 a 2 años
- Barra de cobre de usa para sacar la electrostática del polvorín
- Se usa agua de vertiente para perforar
- Cuando los precios están altos la ley baja
- Sueldo perforador: \$900.000 + imposiciones
- Sueldo base: \$600.000 + imposiciones
- Se necesita de aproximadamente 7 meses para poner el primer explosivo
- Compresor eléctrico Kaeser (vale 5 millones más que el otro)
- La planta de ENAMI se encuentra a 20 km, el costo es de \$3.000 por tonelada
- DIEXA es el proveedor de explosivos

El costo por metro de avance subterráneo de 2x2 metros , contrato empresa externa es de \$300.000.-

Se desglosa en :

Minicargador Caterpillar año 2012 . \$15.000./ valor hora. 6 horas diarias.

Maquina perforadora y brocas Atlas Copco .

Brocas medidas 0.80, 1,20 1,80.

Manguera de aire ,100 metros.

Herramientas varias , martillos 8k, 10k. etc.

Compresor atlas copco, valor mensual \$700.000.-

Petróleo \$ 30.000,- Diarios

costos mano de obra . \$60.000.- 2 personas.

costos de seguros asociados \$200.000 mensual.

costos operacionales\$20.000.-semanal.

Esos son los costos de producción.

Asociados indirectos, son el traslado del mineral a la planta. fletes, según la planta de procesamiento.

valor por tonelada de traslado es de \$10.000, si es para lixiviación, y \$4.000 si es para flotación.

| A.- cálculo explosivo de 16 tiros |               |               |          |                |                |            |                |             |  |                 |                 |
|-----------------------------------|---------------|---------------|----------|----------------|----------------|------------|----------------|-------------|--|-----------------|-----------------|
|                                   | Consumo       | cantidad/tiro | N° tiros | Total/ disparo | N° disparo/mes | Total/ mes | Compras/mes    |             |  | Compra real/mes | Precio unitario |
| Fulminante N° 8                   | 1 Unidad/tiro | 1             | 17       | 17 unidades    | 20             | 340        | 3,4 Cajas/mes  | indivisible |  | 4 cajas         | 19.400 \$/caja  |
| Carga fondo, emultex 1"x8"        | 1 Unidad/tiro | 1             | 16       | 16 unidades    | 20             | 320        | 1,5 Cajas/mes  | indivisible |  | 2 cajas         | 54.253 \$/caja  |
| Carga Columna ( 1,6 mt), Anfo     | 0,8 kg/mt     | 1,28          | 20       | 25,6 kilos     | 20             | 512        | 20,5 Sacos/mes | indivisible |  | 21 sacos        | 23.491 \$/saco  |
| Guía lenta                        | 2,5 mt/tiro   | 2,5           | 16       | 40 metros      | 20             | 800        | 8,0 Rollos/mes | indivisible |  | 8 rollos        | 20.800 \$/rollo |
| Cordón detonante                  | 2,2 mt/tiro   | 2,2           | 4        | 8,8 metros     | 20             | 176        | 3,5 Rollos/mes | indivisible |  | 4 rollos        | 12.850 \$/rollo |

| PRODUCTO                                        | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO   | TOTAL      |
|-------------------------------------------------|----------|--------|----------|------------|
| ANFO (\$ACO 25KG)                               | 500      | KILO   | \$ 660,6 | \$ 330.300 |
| EMULTEX 1 X 8 (CAJA 195 KG)                     | 585      | UNIDAD | \$ 220,5 | \$ 128.969 |
| DETONADOR COMUN (CAJA 100 UNI)                  | 100      | UNIDAD | \$ 198,7 | \$ 19.874  |
| NONEL MS-LP 1,80 MTS (100 UNIDADES POR RETARDO) | 600      | UNIDAD | \$ 993,7 | \$ 596.232 |

- Perforación

Broca de 1.80 → capacidad de agua: 200 L → Para 1 disparo de 14-16 tiros, labor 3x3, 20 a 30 toneladas

26 tiros una camionada de 30 – 35 ton

Barras → 0.80 patera, 1.20 seguidora, 1.60 y 1.80 terminación

2.40 es para realizar una chimenea para ventilar

Broca: pueden durar unos 2-3 meses

Chicagos

- Tronadura

Guía

Gelatina

Fulminante

Emultex

Fulminante + guía hacen el detonante

Emultex + fulminante + guía (2 metros para 7 minutos)

Explosivos \$500.000 semanal

- Transporte

Flete → transporte \$8000 por tonelada y a ENAMI 35 km

Flete 3 veces a la semana carga de camión de 25 ton a 8000 por tonelada, en el mes salen 12 camionadas

- Administrativo

400 litros de petróleo por semana

4 trabajadores, perforista, ayudante y operadores

Mercadería 600.000 - 800.000 de gasto mensual

Explosivos 1.200.000 mensual

Petróleo 1.200.000 mensual

Gasto de operación aprox 3.000.000 mensual

## Anexo E

- Perforadora YT27**

|                       |                  |                            |                |
|-----------------------|------------------|----------------------------|----------------|
| Peso                  | 27 kg            | Frecuencia de Impacto      | 37 ~ 40 Hz     |
| Largo x Ancho x Alto  | 668x248x202 mm   | Energía Impacto            | 50 ~ 70 J      |
| Consumo de aire       | 50 ~ 85 L/s      | Presión de Trabajo         | 0.4 ~ 0.63 MPa |
| Ø Manguera de aire    | 25 mm            | Presión hidráulica         | 0.3 MPa        |
| Ø Manguera de agua    | 13 mm            | Torque                     | 13 ~ 19 Nm     |
| Ø de cilindro         | 80 mm            | Ø apropiado de orificio    | 34 ~ 45 mm     |
| Carrera de Pistón     | 60 mm            | Profundidad de Perforación | 5 Mts          |
| Velocidad Perforación | 300 ~ 480 mm/min | Vástago                    | H22x108 mm     |

- Embolo y pato lubricador**

| EMBOLO               |         | LUBRICADOR          |                |
|----------------------|---------|---------------------|----------------|
| Modelo de pie avance | FT160A  | Modelo Lubricador   | FY250 Acrílico |
| Peso de embolo       | 17 Kg   | Peso                | 1.2 Kg         |
| Largo máximo         | 3006 mm | Capacidad de aceite | 250 ml         |
| Largo mínimo         | 1668 mm |                     |                |

- Barras cónicas línea Gyang**

| Largo mm | grado ° | hex-culata mm | Modelo        |
|----------|---------|---------------|---------------|
| 800      | 7       | H22x108       | CH22x108x800  |
| 1200     | 7       | H22x108       | CH22x108x1200 |
| 1600     | 7       | H22x108       | CH22x108x1600 |
| 1800     | 7       | H22x108       | CH22x108x1800 |
| 2400     | 7       | H22x108       | CH22x108x2400 |
| 3200     | 7       | H22x108       | CH22x108x3200 |

- **Bits Botón**

| Diámetro | Grados ° | Botones     |
|----------|----------|-------------|
| 36mm     | 7°       | 4 – 7 botón |
| 38mm     | 7°       | 4 – 7 botón |
| 40mm     | 7°       | 4 – 7 botón |
| 42mm     | 7°       | 4 – 7 botón |

- **Compresor Keaser M50**

| Modelo     | Compresor |     |                     |     | Motor diésel de 4 cilindros (enfriado por agua) |         |                        |                            | Equipo                           |                                |                                          |                                         |                           |
|------------|-----------|-----|---------------------|-----|-------------------------------------------------|---------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|
|            | Caudal    |     | Presión de servicio |     | Marca                                           | Modelo  | Potencia nominal motor | Revoluciones a plena carga | Capac. tanque de aire comprimido | Peso en servicio <sup>1)</sup> | Nivel de potencia acústica <sup>2)</sup> | Nivel de presión acústica <sup>3)</sup> | Salida de aire comprimido |
|            | m³/min    | cfm | bar                 | PSI |                                                 |         |                        |                            |                                  |                                |                                          |                                         |                           |
| <b>M43</b> | 4,2       | 150 | 7                   | 100 | Kubota                                          | V1505-T | 30,1                   | 2800                       | 80                               | 730                            | ≤98                                      | 69                                      | 2 x G¾                    |
| <b>M50</b> | 5,0       | 180 | 7                   | 100 | Kubota                                          | V1505-T | 32,5                   | 3000                       | 80                               | 735                            | ≤98                                      | 69                                      | 2 x G¾<br>1 x G½          |

- **Minicargador FORWAY WS50**

- Marca: Forway
- Modelo: WS50.
- Motor: Kubota V2403 Diesel.
- Tipo de aspiración: Natural
- Potencia: 49 Hp / 2.600 rpm
- Chasis: Rígido.
- Tercera función: Incluida.

- Transmisión: Hidrostática
- Bomba hidráulica: Sauer Danfoss.
- Altura total: 2.84 Mt.
- Altura levante: 3 Mt.
- Ancho total: 1,74 Mt
- Largo total con balde: 3,4 Mt.
- Capacidad de carga: 800 Kg.

- Capacidad del balde: 0,4 m³.
- Cabina: Rops - Fops cerrada
- Peso de la máquina: 3.000 Kg.

- **Dumper AUSA - D150 RM 4X2 PLUS**

|                                    |                                              |
|------------------------------------|----------------------------------------------|
| Sistema de descarga                | Hidráulica frontal                           |
| Chasis                             | Rígido                                       |
| Capacidad de la tolva agua         | 608 lt                                       |
| Rasa                               | 868 lt                                       |
| Colmada                            | 1.047 lt                                     |
| Motor                              | Kubota D902                                  |
| Potencia                           | 23 hp                                        |
| Desplazamiento                     | 900 cc                                       |
| Número de cilindros                | 3                                            |
| Velocidad nominal motor            | 2.500 RPM                                    |
| Tracción                           | Acoplamiento deslizante por discos múltiples |
| Transmisión                        | Mecánica 4 velocidades adelante y 4 atrás    |
| Embrague                           | Monodisco en seco                            |
| Arranque                           | Eléctrico 12 V                               |
| Velocidad máxima                   | 22,5 km/h                                    |
| Peso                               | 900 kg                                       |
| Pendiente superable                | 35%                                          |
| Circuito hidráulico                | Bomba de engranajes de 8 cc                  |
| Presión de trabajo                 | 115 bar                                      |
| Neumáticos delanteros              | 7.50x16                                      |
| Neumáticos traseros                | 145SR-13" / 6.5/ 80x12-4PR                   |
| Dirección                          | Hidráulica.                                  |
| Capacidad de depósitos combustible | 13.5 lt                                      |
| Capacidad de depósitos hidráulico  | 16.5 lt                                      |
| Freno de servicio                  | Hidráulico en eje delantero                  |
| Freno de estacionamiento           | Mecánico en eje delantero                    |
| Cabina (Opcional)                  | ROPS/FOPS                                    |
| Tracción                           | 4x2                                          |

- **Camioneta HILUX**

Seguridad - **7 airbags / ABS + EBD + VSC + BA**

**+ HAC, 5 estrellas Latin Ncap**

Transmisión - **MT de 6 velocidades**

Conectividad - **Pantalla Touch de 7 pulgadas/ 4 parlantes / Apple CarPlay y Android Auto**

Rendimiento\*\* - **Ciudad 11,4 Km/Lt – Carretera 14,5 Km/Lt – Mixto 13,2 Km/Lt**

\* Precio aplica para Régimen General y no para zona Franca. IVA incluido

- **ANFO**

### DESCRIPCIÓN

Agente de voladura de alta calidad, fabricado con Nitrato de Amonio grado explosivo de baja densidad y alta absorción de gas oil; es una mezcla de ANFO con 2% de agua, finamente atomizada, para conferirle adherencia en carguío de tiros ascendentes de diámetro mayor a 1 1/4".

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

|                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Densidad* (g/cc)              | 0,78 ± 3%                       |
| Velocidad de detonación (m/s) | 3.700 - 4.100                   |
| Presión de detonación (Kbar)  | 30**                            |
| Energía (KJ/Kg)               | 3.743                           |
| Volumen de gases (L/Kg)       | 1.056                           |
| Diámetro crítico (pulgadas)   | 1 1/4                           |
| Potencia relativa del ANFO    | En peso 0,98<br>En volumen 0,98 |
| Resistencia al agua           | Nula                            |

### INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Agente de Voladura  
Clase 1. División 1.5 D  
Número ONU: 0331



### USOS

ANFO PREMIUM H es un agente de voladura de bajo costo, recomendable para minería subterránea y para voladuras de supercie, especialmente cuando se desea una moderada concentración de carga. Se recomienda utilizarlo en zonas con buena ventilación en minería subterránea.

### PRESENTACIÓN

El Agente de Voladura ANFO PREMIUM H se entrega en bolsas de 25 kg hechas de polipropileno (brinda Resistencia mecanica) con coating de 20 micrones de polipropileno laminado (brinda impermeabilizacion).

- **Guía lenta**

| Características Técnicas                        |  | MECHA DE SEGURIDAD |  |  |  |
|-------------------------------------------------|--|--------------------|--|--|--|
| COLOR DE RECUBRIMIENTO PLÁSTICO                 |  | Blanco             |  |  |  |
| NÚCLEO DE PÓLVORA (g/m)                         |  | 6                  |  |  |  |
| TIEMPO DE COMBUSTIÓN a.n.m. (s/m)               |  | 150 ± 10%          |  |  |  |
| LONGITUD DE LA CHISPA a.n.m. (mm)               |  | 50                 |  |  |  |
| DIÁMETRO EXTERNO (mm)                           |  | 5,2                |  |  |  |
| IMPERMEABILIDAD                                 |  | Muy buena          |  |  |  |
| RESISTENCIA A LA TENSIÓN DURANTE 3 MINUTOS (kg) |  | 30                 |  |  |  |

| Presentación       | MATERIAL DE CAJA | CAPACIDAD DE CAJA | PESO NETO (kg) | PESO BRUTO (kg) | DIMENSIONES EXTERIORES (cm) |
|--------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|
| MECHA DE SEGURIDAD | Cartón           | 2 rollos x 500 m  | 23,8           | 24,5            | 37,1 x 37,1 x 31,0          |
| MECHA DE SEGURIDAD | Cartón           | 10 rollos x 50 m  | 13,4           | 14,5            | 74,0 x 30,5 x 16,5          |

- **Detonador de mecha**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:**

|                                                         | UNIDAD          | FULMINANTE COMÚN<br>N° 6 | FULMINANTE COMÚN<br>N° 8 |
|---------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Longitud del fulminante                                 | mm              | 45,0                     | 45,0                     |
| Diámetro del fulminante                                 | mm              | 6,3                      | 6,3                      |
| Prueba de esopo, diámetro de perforación                | mm              | Min. 9,0                 | Min. 9,0                 |
| Volumen trauzl                                          | cm <sup>3</sup> | Min. 20,0                | Min. 23,0                |
| Resistencia a la humedad relativa del 100% por 24 horas | -               | Detona                   | Detona                   |
| Resistencia al impacto 2kg/1m                           | -               | No Detona                | No detona                |
| Sensibilidad a la chispa de la Mecha de Seguridad       | -               | Buena                    | Buena                    |

Los valores expresados son resultados a condiciones normales (20°C y 1 atm).

- **Emulsión**

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS       |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Densidad (g/cc)                | 1,15 ± 4%       |
| Velocidad de detonación* (m/s) | 4.000 - 5.200   |
| Presión de detonación* (Kbar)  | 61              |
| Energía (KJ/Kg)                | 3.940           |
| Resistencia al agua            | Excelente       |
| Volumen de gases (L/Kg)        | 930             |
| Potencia relativa al ANFO      |                 |
|                                | En peso 1,01    |
|                                | En volumen 1,49 |

N° NU: 0241  
HDS-EME-04

| DIMENSIONES*           |                      |                    |
|------------------------|----------------------|--------------------|
| Tamaño**<br>(pulgadas) | Unidades<br>por caja | Peso<br>unidad (g) |
| 1 x 7                  | 224                  | 104,13             |
| 1 x 8                  | 195                  | 119                |
| 1 x 10                 | 153                  | 152                |
| 1 x 16                 | 96                   | 240,4              |
| 1 1/8 x 8              | 154                  | 150,6              |
| 1 1/8 x 16             | 77                   | 301,2              |

- **Cordón detonante**

| Propiedades    |                |       |                     |       |                              | SDS<br>#1126 |                         |
|----------------|----------------|-------|---------------------|-------|------------------------------|--------------|-------------------------|
| Producto       | Núcleo<br>PETN |       | Diámetro<br>Externo |       | Resistencia<br>a la tracción |              | Distintivo              |
|                | g/m            | gr/ft | mm                  | in    | kg                           | lbs          |                         |
| PRIMACORD 4    | 3.6            | 18    | 3.7                 | 0.142 | 68                           | 150          | 2 Hilos Negros Opuestos |
| PRIMACORD 5    | 5.3            | 25    | 4.0                 | 0.157 | 68                           | 150          | 1 Hilo Negro            |
| PRIMACORD 10   | 10.6           | 50    | 4.7                 | 0.185 | 91                           | 200          | 2 Hilos Negros Juntos   |
| PRIMALINE 4HS  | 3.6            | 18    | 3.0                 | 0.120 | 45                           | 100          | Plastico                |
| PRIMALINE 5    | 5.3            | 25    | 3.6                 | 0.141 | 50                           | 110          | Plastico                |
| PRIMALINE 10   | 10.6           | 50    | 4.4                 | 0.172 | 70                           | 154          | Plastico                |
| PRIMALINE 42   | 39.4           | 185   | 7.6                 | 0.300 | 91                           | 200          | Plastico                |
| PRIMALINE P 42 | 39.4           | 185   | 7.6                 | 0.300 | 91                           | 200          | Plastico                |

- **Iniciador no eléctrico**

## **Embalaje**

| Longitud |     | Tipo de Caja | Cantidad por caja | Peso bruto |      |
|----------|-----|--------------|-------------------|------------|------|
| m        | ft  |              |                   | kg         | lbs  |
| 0.46     | 1.5 | A            | 60                | 4.6        | 10.1 |

| Retardo (ms) | Color de etiqueta | Color del block plástico |
|--------------|-------------------|--------------------------|
| 9            | Verde             | Verde                    |
| 17           | Amarillo          | Amarillo                 |
| 25           | Rojo              | Rojo                     |
| 35           | Negra             | Negro                    |
| 42           | Blanca            | Blanco                   |
| 50           | Naranja           | Amarillo                 |
| 65           | Blanca            | Blanco                   |
| 100          | Naranja           | Negro                    |
| 109          | Naranja           | Negro                    |
| 200          | Azul              | Azul                     |

## **Anexo F**

### **➤ Remuneración personal**

En primer lugar, se determinó el sueldo base para la remuneración del personal, tomando como referencia la información disponible en la página web de Chiletrabajos. Este sueldo base representó el salario pagado a cada trabajador, sin considerar los descuentos correspondientes a las imposiciones.

Luego, se identificaron y calcularon las cotizaciones de seguridad social que el empleador debía cubrir para cada trabajador. Estas cotizaciones incluyeron un 1,5% destinado al seguro de invalidez, un 0,95% para accidentes del trabajo y un 2,4% para el seguro de cesantía, sumando en total un 4,85% adicional al salario bruto del trabajador. Estas contribuciones resultaron esenciales para financiar los sistemas de pensiones, salud y seguros, garantizando así la protección social de los empleados.

Finalmente, dado que el análisis contempló cuatro trabajadores, se procedió a realizar la sumatoria de los sueldos totales de cada uno.

$$\text{Costo mensual remuneraciones} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \sum \text{Sueldo trabajador}$$

### **➤ Equipo de protección personal**

En cuanto al equipo de protección, se realizó un proceso de búsqueda de valores en diversas fuentes. Para obtener el costo mensual de cada elemento, se necesitaron las siguientes variables:

$$\text{Costo EPP} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \frac{\text{Precio}}{\text{Meses de vida útil}} * \text{Cantidad}$$

Este cálculo permitió determinar el costo mensual de cada elemento de protección, considerando su durabilidad y la cantidad requerida.

$$\text{Costo mensual EPP} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \sum \text{Costo EPP}$$

### **➤ Combustible**

Para garantizar el funcionamiento de los equipos, todos ellos requerían el uso de combustible, para lo cual se consideró un precio de \$1 034 por litro según la página Bencina en Línea. En

el primer análisis, se determinó el consumo de combustible de la camioneta utilizada para la logística de la faena.

Para calcular los litros de combustible requeridos mensualmente, se utilizó la fórmula:

$$\text{Consumo} \left( \frac{\text{lt}}{\text{mes}} \right) = \frac{\text{Viajes} * \text{Recorrido}}{\text{Rendimiento}}$$

Luego, se utilizó la fórmula para calcular el costo mensual del combustible.

$$\text{Costo mensual camioneta} \left( \frac{\text{CLP}}{\text{mes}} \right) = \text{Consumo} * \text{Precio combustible}$$

Finalmente, este resultado se multiplicó por el precio por litro obtenido desde bencina en línea, lo que proporcionó el costo mensual de combustible para la camioneta.

En el análisis de consumo de los equipos, se inició con el compresor.

Para calcular el combustible, primero se calculó los metros lineales con la fórmula:

$$\text{Metros lineales} \left( \frac{\text{m}}{\text{disp}} \right) = \text{Tiros} * \text{Longitud}$$

El tiempo de perforación se calculó con la fórmula:

$$\text{Tiempo de perforación} \left( \frac{\text{hr}}{\text{disp}} \right) = \frac{\text{Metros lineales}}{\text{Velocidad de perforación} * 60}$$

Luego, se sumó este tiempo con el soplado y los tiempos inactivos:

$$\text{Tiempo de compresor} \left( \frac{\text{hr}}{\text{disp}} \right) = \text{Disparo} + \text{soplado} + \text{inactividad}$$

El costo mensual se calculó multiplicando los disparos por mes, las horas utilizadas del compresor por disparo, por el rendimiento y el precio del combustible.

$$\text{Costo mensual compresor} \left( \frac{\text{CLP}}{\text{mes}} \right) = \left( \frac{\text{disp}}{\text{mes}} \right) * \left( \frac{\text{hr}}{\text{disp}} \right) * \left( \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \right) * \left( \frac{\text{CLP}}{\text{lt}} \right)$$

Para el dumper, se calculó el tiempo de marina por viaje, en donde la longitud labor se consideró ida y vuelta.

$$\text{Tiempo marina}^1 \left( \frac{\text{min}}{\text{viaje}} \right) = \frac{\text{Longitud labor} * 2}{\text{Velocidad}}$$

Luego, se determinó el tiempo de marina por día.

$$\text{Tiempo marina viaje} \left( \frac{\text{min}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Toneladas por día}}{\text{Capacidad dumper} * \text{Tiempo marina}^1}$$

El tiempo del dumper se obtuvo dividiendo el resultado de la fórmula entre 60:

$$\text{Tiempo dumper} \left( \frac{\text{hr}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Tiempo marina viaje}}{60}$$

Obtenido el tiempo del dumper, se multiplicó por la cantidad de días trabajados, por el rendimiento y el precio del combustible, obteniéndose así el costo mensual del dumper.

$$\text{Costo mensual dumper} \left( \frac{\text{CLP}}{\text{mes}} \right) = \left( \frac{\text{día}}{\text{mes}} \right) * \left( \frac{\text{hr}}{\text{día}} \right) * \left( \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \right) * \left( \frac{\text{CLP}}{\text{lt}} \right)$$

En cuanto al minicargador, se tuvo en cuenta tanto la carga del dumper como la carga hacia el camión. Para ello, se realizó el siguiente procedimiento.

Se calculó el tiempo de carguío del dumper con la fórmula:

$$\text{Carguío dumper} = \frac{\text{Tiempo de carga} * \text{Toneladas por día}}{\text{Capacidad de carga} * 60}$$

El tiempo de carguío del camión se calculó con la fórmula:

$$\text{Carguío camión} = \frac{\text{Tiempo de carga} * \text{Mineral a planta}}{\text{Capacidad de carga} * 60}$$

El tiempo total del minicargador se determinó sumando los tiempos de carguío del dumper y del camión.

$$\text{Tiempo minicargador} = \text{Carguío dumper} + \text{Carguío camión}$$

Luego se sumaron estos valores y se multiplicaron por el uso mensual, el consumo de litros por hora y el precio del combustible, obteniendo así el costo mensual total de combustible

del equipo.

$$\text{Costo mensual minicargador} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \left( \frac{día}{mes} \right) * \left( \frac{hr}{día} \right) * \left( \frac{lt}{hr} \right) * \left( \frac{CLP}{lt} \right)$$

Para el grupo electrógeno, se consideraron las condiciones más comunes de la pequeña minería. Se multiplicaron los días trabajados y las horas utilizadas en el día por el rendimiento y el precio del combustible.

$$\text{Costo mensual grupo} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \left( \frac{día}{mes} \right) * \left( \frac{hr}{día} \right) * \left( \frac{lt}{hr} \right) * \left( \frac{CLP}{lt} \right)$$

Para obtener el consumo mensual total de combustible de los equipos, fue utilizada la fórmula donde se consideraron los costos mensuales de cada equipo: la camioneta, el compresor, el minicargador, el dumper y el grupo electrógeno.

$$\text{Costo mensual combustible} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \sum \text{Costo mensual de equipo}$$

### ➤ **Perforación**

En lo que respecta a la perforación, los costos se componen de brocas de distinto tamaño, y bits, encargados de realizar la perforación, así como las mangueras utilizadas desde el compresor para el funcionamiento del sistema y los chicagos que se emplean para unir estos componentes.

Para determinar el costo mensual de esta operación, se realizaron las siguientes operaciones. Se determinó el costo de cada elemento considerando la vida útil del insumo y la cantidad utilizada en el mes.

$$\text{Costo elemento} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \frac{\text{Costo del insumo}}{\text{Vida útil}} * \text{Cantidad}$$

De esta manera, el costo mensual de la perforación se obtuvo sumando los costos mensuales de cada insumo.

$$\text{Costo mensual perforación} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \sum \text{Costo elemento}$$

## ➤ **Tronadura**

En el caso de la tronadura, se determina que en la labor mencionada en el diseño de la mina se realizan un total de 34 tiros de 1,80 m con un diámetro de 36 mm, con una frecuencia de 20 disparos al mes.

Para determinar la cantidad de explosivo para una frente, se partió de consideraciones específicas.

Se asumió que 1/3 del barrenos proporcionaba un resultado de 0,6 (m) de taco. El resto correspondió a la columna explosiva, la cual se dividió en carga de fondo, con una longitud de 0,2 (m) de emulsión, y carga de columna, con una longitud de 1,0 (m) de ANFO.

Con estos valores, se procedió a calcular la densidad de carga del explosivo.

Para poder calcular la carga explosiva, se realizaron distintos cálculos. Primero, se calcularon los kilogramos de ANFO y emulsión. En ambos casos, se calculó el área utilizando el diámetro de perforación para la carga de columna y el diámetro de la emulsión para la carga de fondo. Luego, se determinó volumen de carga correspondiente y se utilizó la densidad de cada explosivo para obtener los kilogramos de explosivo.

Para calcular el área del ANFO se utilizó la fórmula:

$$\text{Área carga (m}^2\text{)} = \pi * \left(\frac{\text{Diámetro}}{2}\right)^2$$

Luego, para obtener el volumen de carga del ANFO, se utilizó la fórmula:

$$\text{Volumen carga (m}^3\text{)} = \text{Área carga} * \text{Longitud de carga}$$

Finalmente, para obtener los kilogramos de ANFO, se utilizó la densidad del explosivo, obtenida de la ficha técnica.

$$\text{Kg del explosivo} = \text{Volumen carga} * \text{Densidad explosivo}$$

Para sumar ambos kilogramos, se realizó una conversión de emulsión a ANFO utilizando la tabla de equivalencias y aplicando una regla simple de tres. Obtenido este resultado, se sumaron ambos valores para obtener la carga explosiva total.

$$\text{Carga explosiva} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{perf}} \right) = \text{Kg de ANFO} + \text{Kg de ANFO}_{\text{emulsión}}$$

Posteriormente, para calcular el factor de carga, primero se realizó el cálculo de la carga explosiva total de la frente con la fórmula:

$$\text{Total carga explosiva} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{disp}} \right) = \text{Carga explosiva} * \text{N}^\circ \text{ perforaciones}$$

Luego, se necesitó calcular el volumen a remover de la frente.

$$\text{Volumen a remover} (m^3) = \text{Área sección} * \% \text{Avance del disparo}$$

El factor de carga en operaciones con explosivos resultó crucial para determinar la cantidad adecuada de explosivo que se debía utilizar por unidad de volumen de material a fragmentar. Este valor proporcionaba una guía precisa para asegurar una fragmentación efectiva y eficiente del material, minimizando el desperdicio de explosivos y reduciendo los riesgos asociados con la sobrecarga o la insuficiencia de explosivos.

Para calcular el consumo por tiro de cada elemento de tronadura, se basó en información empírica que requería la consideración de valores específicos por tiro. Dichos valores incluían 0,9 (kg) para el ANFO, 2,5 (m) de guía lenta, 1 unidad de fulminante, 1 unidad de Emultex, 2,5 metros de cordón detonante y 1 unidad de nonel.

Teniendo en cuenta estos valores, para calcular la cantidad por disparo y para obtener el total de consumo por mes, se realizó el cálculo con las siguientes fórmulas:

$$\text{Cantidad por disparo} = \text{Consumo por tiro} * \text{Total de tiros}$$

$$\text{Consumo por mes} = \text{Cantidad por disparo} * \text{Disparos del mes}$$

Dado que los productos se vendían en formatos específicos, la compra mensual se aproximó a un número entero de acuerdo al resultado de la fórmula:

$$\text{Compra por mes} = \frac{\text{Consumo por mes}}{\text{Cantidad de insumo por venta}}$$

El siguiente paso consistió en obtener el costo mensual de cada insumo con la fórmula:

$$\text{Costos insumos} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \text{Compra por mes} * \text{Precio del insumo}$$

Sumando los costos mensuales de cada insumo, se obtuvo el costo total mensual del área de tronadura.

$$\text{Costo mensual tronadura} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \sum \text{Costos insumos}$$

### ➤ **Transporte**

En cuanto al transporte a la planta, se consideró un servicio de flete en el que su cobro es por tonelada de mineral transportada. El dato específico fue obtenido mediante una encuesta realizada a pequeños empresarios del sector, quienes indicaron que el costo es de \$12 000.

Para obtener el costo total del transporte fue implementada la fórmula:

$$\text{Costo mensual flete} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \text{Toneladas} * \text{Precio}$$

### ➤ **Alimentación**

Aplicando los valores de la cantidad de trabajadores, el precio de cada almuerzo y los días trabajados en la fórmula se obtiene el costo mensual en alimentación.

$$\text{Costo mensual alimentación} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \text{Trabajadores} * \text{Precio} * \text{Días}$$

### ➤ **Consumo de agua**

Para obtener el consumo de agua por persona, se realizó el siguiente cálculo en el cual se consideró 0,1 m<sup>3</sup> por trabajador al día. Este dato fue obtenido de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica que una persona requiere esa cantidad para satisfacer sus necesidades. Con la fórmula se obtuvo el consumo al mes.

$$\text{Cantidad agua persona} \left( \frac{m^3}{mes} \right) = \text{Consumo} * \text{Trabajadores} * \text{Días}$$

Mientras que, para el consumo de agua en la perforación, se realizó el cálculo del uso de agua

considerando las siguientes variables:

$$\text{Cantidad agua perforación} \left( \frac{m^3}{mes} \right) = \frac{\text{Agua por disparo} * \text{Disparos}}{1000}$$

El costo por metro cúbico se obtuvo a partir de los valores de venta de granel de ESVAL, que registraba un costo de \$1 362 por metro cúbico. Para el flete del agua, se estimó empíricamente un valor de \$60 000 por cada viaje, considerando un total de 2 viajes al mes. La fórmula fue utilizada para obtener el consumo.

$$\text{Consumo de agua} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \text{Cantidad por mes} * \text{Precio}$$

Y el costo mensual del agua se determinó con la fórmula, en donde se sumaron los costos mensuales de los distintos usos.

$$\text{Costo mensual agua} \left( \frac{CLP}{mes} \right) = \sum \text{Consumo de agua}$$

### ➤ **Cuota mensual**

Para realizar este cálculo, se sumaron todos los costos de las maquinarias mencionadas anteriormente. Se optó por un período de 5 años, equivalente a 60 meses, una consideración común en la pequeña minería, donde los estudios de sector se ven afectados por la variabilidad de las vetas.

La tasa de interés se determinó utilizando la tasa ofrecida por el Banco Santander, considerara una de las más bajas entre los bancos evaluados en la simulación del crédito. Cabe mencionar que la tasa es mensual. Con estos datos, se aplicó la fórmula de cuota mensual.

### ➤ **Mantenimiento**

Dada la importancia de la continuidad en estas operaciones, la eficiencia del mantenimiento impactaba directamente en el desempeño de la producción. Para calcular este costo, se aplicó la fórmula:

$$\text{Mantenimiento} = \left( \frac{\text{Costo de adquisición}}{\text{Vida útil}} \right) * 10\%$$

Es esencial destacar que la periodicidad de las labores de mantenimiento impactará

directamente en la variabilidad de este costo mensual, ya que se ajustará según la necesidad y frecuencia de las intervenciones.

## Anexo G

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                   |                                                                                    |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Importadora y Distribuidora de Repuestos y Perforadoras</b><br><b>M.A.C. y Cía. Ltda.</b>                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                   |  |  |
| <b>Dirección</b> Teniente Yavar nº 1761, Conchalí.<br><b>Ciudad</b> Santiago - Chile<br><b>Giro</b> Distrib. de repuestos y maquinas para la minería<br><b>R.U.T.</b> 76.028.967-1<br><b>Mail</b> ventas@perfoexpress.cl<br><b>Web</b> www.perfoexpress.cl<br><b>Fonos</b> 9-85953409 9-75878808<br><b>Oficina</b> 22-7366565 | <b>O/Compra</b> <input type="text"/><br><b>Presupuesto</b> 221123 |                                                                                    |  |

|                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cliente</b> BARBARA URTUBIA<br><b>Att</b> <input type="text"/><br><b>Dirección</b> <input type="text"/><br><b>Ciudad</b> <input type="text"/><br><b>Correo</b> barbara.urtubiap@gmail.com | <b>Rut</b> <input type="text"/><br><b>Teléfono</b> <input type="text"/><br><b>Fecha emisión</b> 22-11-2023<br><b>Fecha entrega</b> <input type="text"/> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                 |                        |
|-------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Condiciones de pago</b> <input type="text"/> | <b>C/TRANSFERENCIA</b> |
|-------------------------------------------------|------------------------|

| Cantidad | Descripción                                   | Códigos  | \$ Unitario | \$ Total |
|----------|-----------------------------------------------|----------|-------------|----------|
| 1        | PERFORADORA MANUAL NEUMATICA SHENGYANG MODELO | YT27     | 449.000     | 449.000  |
|          | CON EMBOLO, LUBRICADOR Y ACCESORIOS           |          |             |          |
| 2        | UNION CHICAGO ESPIGA                          | 1"       | 2.900       | 5.800    |
| 1        | UNION CHICAGO HE                              | 1"       | 2.900       | 2.900    |
| 1        | UNION CHICAGO HI                              | 1"       | 2.900       | 2.900    |
| 1        | BARROTE CONICO                                | 1.20 MTS | 22.900      | 22.900   |
| 1        | BARROTE CONICO                                | 1.60 MTS | 29.800      | 29.800   |
| 1        | BARROTE CONICO                                | 1.80 MTS | 32.600      | 32.600   |
| 1        | BARROTE CONICO                                | 2.40 MTS | 42.800      | 42.800   |
| 1        | BITS YACO TIPO BOTON                          | 36 MM    | 14.900      | 14.900   |
| 1        | BITS YACO TIPO BOTON                          | 38 MM    | 15.900      | 15.900   |

|                                            |  |
|--------------------------------------------|--|
| VALIDEZ DE COTIZACION 5 DÍAS DESDE EMISIÓN |  |
|--------------------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------|--------|---------|---------|--------|-------------------|-----|--------------|-------|------------|---------|-----------|--------|-------------------|-----|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|---------------|--------|------|---------|------------|---------|-------|---------|
| <b>Observaciones :</b><br><table border="1"> <tr> <td colspan="2">DATOS PARA TRANSFERENCIA</td> </tr> <tr> <td>BANCO</td> <td>ESTADO</td> </tr> <tr> <td>CTA CTE</td> <td>7816871</td> </tr> <tr> <td>NOMBRE</td> <td>PERFOEXPRESS LTDA</td> </tr> <tr> <td>RUT</td> <td>76.028.967-1</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>BANCO</td> <td>SCOTIABANK</td> </tr> <tr> <td>CTA CTE</td> <td>982212324</td> </tr> <tr> <td>NOMBRE</td> <td>PERFOEXPRESS LTDA</td> </tr> <tr> <td>RUT</td> <td>76.028.967-1</td> </tr> </table> | DATOS PARA TRANSFERENCIA |  | BANCO | ESTADO | CTA CTE | 7816871 | NOMBRE | PERFOEXPRESS LTDA | RUT | 76.028.967-1 | BANCO | SCOTIABANK | CTA CTE | 982212324 | NOMBRE | PERFOEXPRESS LTDA | RUT | 76.028.967-1 | <table border="1"> <tr> <td>Sub-Total</td> <td>619.500</td> </tr> <tr> <td>5 Descuento %</td> <td>30.975</td> </tr> </table><br><table border="1"> <tr> <td>Neto</td> <td>588.525</td> </tr> <tr> <td>19% I.V.A.</td> <td>111.820</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>700.345</td> </tr> </table> | Sub-Total | 619.500 | 5 Descuento % | 30.975 | Neto | 588.525 | 19% I.V.A. | 111.820 | Total | 700.345 |
| DATOS PARA TRANSFERENCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| BANCO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ESTADO                   |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| CTA CTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7816871                  |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| NOMBRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PERFOEXPRESS LTDA        |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| RUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 76.028.967-1             |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| BANCO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SCOTIABANK               |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| CTA CTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 982212324                |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| NOMBRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PERFOEXPRESS LTDA        |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| RUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 76.028.967-1             |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| Sub-Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 619.500                  |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| 5 Descuento %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 30.975                   |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| Neto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 588.525                  |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| 19% I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 111.820                  |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |
| Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 700.345                  |  |       |        |         |         |        |                   |     |              |       |            |         |           |        |                   |     |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |         |               |        |      |         |            |         |       |         |

Despacho personalizado a domicilio y/o transporte según sus indicaciones.

En espera de su pronta confirmación, me despido muy cordialmente

Mario Alarcón Cárdenas

Importadora y Distribuidora de Repuestos y Perforadoras  
M.A.C. y Cía. Ltda.

Dirección Teniente Yavar n° 1761, Conchalí.  
Ciudad Santiago - Chile  
Giro Distrib. de reptos y maquinas para la minería  
R.U.T. 76.028.967-1  
Mail ventas@perfoexpress.cl  
Web www.perfoexpress.cl  
Fonos 9-85953409 9-75878808  
Oficina 22-7366565



O/Compra

Presupuesto 241123

|           |                                 |               |                      |
|-----------|---------------------------------|---------------|----------------------|
| Cliente   | SOFIA VALENTINA CARRASCO CHAVEZ | Rut           | <input type="text"/> |
| Att       | SOFIA VALENTINA CARRASCO CHAVEZ |               |                      |
| Dirección |                                 | Teléfono      | 965882277            |
| Ciudad    |                                 | Fecha emisión | 24-11-2023           |
| Correo    | sofia.carrascoch@sansano.usm.cl | Fecha entrega | <input type="text"/> |

Condiciones de pago

| Cantidad                                   | Descripción                                                                          | Códigos  | \$ Unitario | \$ Total |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|----------|
| 1                                          | PERFORADORA MANUAL NEUMATICA SHENGYANG MODELO<br>CON EMBOLO, LUBRICADOR Y ACCESORIOS | YT27     | 449.000     | 449.000  |
| 50                                         | MTS MANGUERA ALTAPRESION REFORAZA 20bar300psi                                        | 1"       | 3.590       | 179.500  |
| 50                                         | MTS MANGUERA ALTAPRESION REFORAZA 20bar300psi                                        | 3/4"     | 3.290       | 164.500  |
| 50                                         | MTS MANGUERA ALTAPRESION REFORAZA 20bar300psi                                        | 1/2"     | 2.790       | 139.500  |
|                                            | LINEA CHICAGO ESPIGA,HI,HE O ABRAZADERA C/U                                          | 1"       | 2.900       | 2.900    |
|                                            | LINEA CHICAGO ESPIGA,HI,HE O ABRAZADERA C/U                                          | 3/4"     | 2.800       | 2.800    |
|                                            | LINEA CHICAGO ESPIGA,HI,HE O ABRAZADERA C/U                                          | 1/2"     | 2.700       | 2.700    |
| 1                                          | BARRENA INTEGRAL CAT BOART NORUEGA                                                   | 0.80 MTS | 92.093      | 92.093   |
| 1                                          | BARRENA INTEGRAL CAT BOART NORUEGA                                                   | 1,20 MTS | 96.892      | 96.892   |
| 1                                          | BARRENA INTEGRAL CAT BOART NORUEGA                                                   | 1,60 MTS | 104.868     | 104.868  |
| 1                                          | BARRENA INTEGRAL CAT BOART NORUEGA                                                   | 1.80 MTS | 112.468     | 112.468  |
| 1                                          | BARRENA INTEGRAL CAT BOART NORUEGA                                                   | 2,40 MTS | 121.673     | 121.673  |
| 1                                          | PATO LUBRICADOR METALICO TIPO LENTEJA                                                | 1000cc   | 49.800      | 49.800   |
| 1                                          | PATO LUBRICADOR ACRILICO                                                             | FY250    | 26.900      | 26.900   |
| 1                                          | ACEITE LUBRICADOR LUBRAX                                                             | 19 LTS   | 79.800      | 79.800   |
| 1                                          | ACUÑADOR OCTOGONAL DUROALUMINO CON PROTECTOR                                         | 2,00 MTS | 44.550      | 44.550   |
| 1                                          | ACUÑADOR OCTOGONAL DUROALUMINO CON PROTECTOR                                         | 3,00 MTS | 61.350      | 61.350   |
| 1                                          | ACUÑADOR OCTOGONAL DUROALUMINO CON PROTECTOR                                         | 4,00 MTS | 77.850      | 77.850   |
| 1                                          | ACUÑADOR OCTOGONAL DUROALUMINO CON PROTECTOR                                         | 5,00 MTS | 95.100      | 95.100   |
| 1                                          | ACUÑADOR OCTOGONAL DUROALUMINO CON PROTECTOR                                         | 6,00 MTS | 112.500     | 112.500  |
| VALIDEZ DE COTIZACION 5 DÍAS DESDE EMISIÓN |                                                                                      |          |             |          |

Observaciones :

| DATOS PARA TRANSFERENCIA |                   |         |                   |
|--------------------------|-------------------|---------|-------------------|
| BANCO                    | ESTADO            | BANCO   | SCOTIABANK        |
| CTA CTE                  | 7816871           | CTA CTE | 982212324         |
| NOMBRE                   | PERFOEXPRESS LTDA | NOMBRE  | PERFOEXPRESS LTDA |
| RUT                      | 76.028.967-1      | RUT     | 76.028.967-1      |

|             |           |
|-------------|-----------|
| Sub-Total   | 2.016.744 |
| Descuento % | 0         |

|     |        |           |
|-----|--------|-----------|
| 19% | Neto   | 2.016.744 |
|     | I.V.A. | 383.181   |
|     | Total  | 2.399.925 |

|               |           |        |                           |
|---------------|-----------|--------|---------------------------|
| COTIZACIÓN N° | VEN1630.1 | EQUIPO | Mini cargador FORWAY WS50 |
|---------------|-----------|--------|---------------------------|

|           |                                 |        |                                                                                  |
|-----------|---------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| EMPRESA   | SOFIA VALENTINA CARRASCO CHAVEZ |        |                                                                                  |
| RUT       | 19.876.810-3                    | SR.    | SOFIA CARRASCO                                                                   |
| DIRECCIÓN | LLAY-LLAY                       | CIUDAD | LLAY-LLAY                                                                        |
| TÉLEFONO  | +569 65882277                   | E-MAIL | <a href="mailto:Sofia.carrasco@sansano.usm.cl">Sofia.carrasco@sansano.usm.cl</a> |

**MINICARGADOR FORWAY WS50**

|                              |                                                                                                          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MOTOR                        | Kubota V2403 Diesel                                                                                      |
| TIPO                         | Aspiración natural                                                                                       |
| POTENCIA                     | 49 HP / 2600 rpm                                                                                         |
| TRANSMISIÓN                  | Hidrostática                                                                                             |
| BOMBAS HIDRÁULICAS           | Sauer Danfoss (USA)                                                                                      |
| CAUDAL BOMBA HIDRÁULICAS     | 66,2 L/min                                                                                               |
| CABINA                       | Rops / Fops Cerrada con AC                                                                               |
| ANCHO - ALTO-LARGO CON BALDE | 2.007 x 1.740 x 3.413 mm                                                                                 |
| NEUMÁTICOS                   | 10-16.5                                                                                                  |
| PESO OPERACIONAL             | 3.000 kg                                                                                                 |
| CAPACIDAD DE CARGA           | 800 kg                                                                                                   |
| CAPACIDAD DEL BALDE          | 0,40 m³                                                                                                  |
| ALTURA DE LEVANTE            | 3.000 mm                                                                                                 |
| ACCESORIOS INCLUIDOS         | Tercera Función, Cinturón de Seguridad, Alarma de Retroceso, Luces de Faena, Balizas, Rueda de repuesto. |



|               |         |        |                           |
|---------------|---------|--------|---------------------------|
| COTIZACIÓN N° | VEN1630 | EQUIPO | Dumper AGRÍCOLA DH160 4X2 |
|---------------|---------|--------|---------------------------|

|           |                                 |        |                                                                                  |
|-----------|---------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| EMPRESA   | SOFIA VALENTINA CARRASCO CHAVEZ |        |                                                                                  |
| RUT       | 19.876.810-3                    | SR.    | SOFIA CARRASCO                                                                   |
| DIRECCIÓN | LLAY LLAY                       | CIUDAD | LLAY LLAY                                                                        |
| TÉLEFONO  | +569 65882277                   | E-MAIL | <a href="mailto:Sofia.carrasco@sansano.usm.cl">Sofia.carrasco@sansano.usm.cl</a> |

**Dumper AUSA D150RM 4X4**

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| MOTOR                | Kubota             |
| MODELO               | D902 de 23 HP      |
| CHASIS               | Rígido             |
| DESCARGA             | Hidráulica Frontal |
| TRANSMISIÓN          | Mecánica           |
| TRACCIÓN             | 4X4                |
| FRENOS Y COMANDOS    | Hidráulicos        |
| CAPACIDAD CARGA      | 1.500 Kg.          |
| VOLUMEN DEL BALDE    | 0,8 m³             |
| CAPACIDAD TOLVA AGUA | 608 L              |
| PESO OPERACIONAL     | 900 Kg             |



América Vespucio 1383, ENEA, Pudahuel  
Fono: (+56-2) 2435 6866 Fax: (+56-2) 2435 1800  
[www.motorman.cl](http://www.motorman.cl)

Hilux 4x2 2.4 MT DX Diesel

Precio Lista Sugerido Vehículo (\*)

\$31.790.000,00

Impuesto verde

+\$1.408.963,00

Hilux 4x2 2.4 MT DX Diesel(\*)

\$31.790.000

**CONDICIONES COMERCIALES**

|                      |                                                                   |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| PRECIO DE VENTA      | \$ 26.000.000 + IVA                                               |
| FORMA DE PAGO        | Contado                                                           |
| PLAZO DE ENTREGA     | 01 unidad disponible                                              |
| LUGAR DE ENTREGA     | Bodegas de Motorman Santiago                                      |
| GARANTÍA*            | 1 año o 1.200 horas, lo que se cumpla primero                     |
| ENTREGA TÉCNICA      | En Instalaciones de Motorman para el o los operadores del equipo. |
| SERVICIO TÉCNICO     | Red de Servicios Motorman SA                                      |
| REPUESTOS            | <a href="http://www.motorman.cl">www.motorman.cl</a>              |
| VALIDEZ DE LA OFERTA | 7 días desde la fecha de la cotización                            |

Sin otro particular y esperando que la presente tenga una buena recepción de su parte, los saludamos muy cordialmente y quedamos atentos a sus comentarios.

Atte.

Engel Olivares Aedo  
Venta de Maquinaria y Rental  
+56 9 68368040  
[engel.olivares@motorman.cl](mailto:engel.olivares@motorman.cl)



**CONDICIONES COMERCIALES**

|                      |                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------|
| PRECIO               | \$32.500 USD + Iva                                   |
| FORMA DE PAGO        | Contado                                              |
| PLAZO DE ENTREGA     | Inmediata, <b>solo Importación 60 días Hábiles</b>   |
| LUGAR DE ENTREGA     | Bodegas de Motorman Santiago                         |
| GARANTÍA*            | 1 año o 1.200 horas, lo que se cumpla primero        |
| ENTREGA TÉCNICA      | Instalaciones de Motorman.                           |
| SERVICIO TÉCNICO     | Red de Servicios Motorman SA                         |
| REPUESTOS            | <a href="http://www.motorman.cl">www.motorman.cl</a> |
| VALIDEZ DE LA OFERTA | 7 días desde la fecha de la cotización               |

Sin otro particular y esperando que la presente tenga una buena recepción de su parte, los saludamos muy cordialmente y quedamos atentos a sus comentarios.

Atte.

Engel Olivares Aedo  
Venta de Maquinarias  
+569 68368040  
[engel.olivares@motorman.cl](mailto:engel.olivares@motorman.cl)



América Vespucio 1383, ENEA, Pudahuel  
Fono: (+56-2) 2435 6866 Fax: (+56-2) 2435 1800  
[www.motorman.cl](http://www.motorman.cl)

PRODUCTO

PRECIO

CANTIDAD

TOTAL



OVEROL GABARDINA

\$8.760

1

^

v

\$8.760



CINTURÓN MINERO MIN1S-120

\$22.600

1

^

v

\$22.600



ANTIPARRA K-2 AF

\$6.190

1

\$6.190

TOTAL DEL CARRITO

Subtotal

\$37.550

Envío:

Retiro en Local

Estimate for Región Metropolitana de Santiago.

CALCULAR ENVÍO

Chile

Región Metropolitana

Código postal

| Producto                                                                                                                                                             | Precio    | Cantidad         | Total       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|-------------|
|  BOTA DE SEGURIDAD BATA MINERO T/37 BATA                                            | \$ 32.496 | <div>- 1 +</div> | \$ 32.496 ✕ |
|  CASCO MODELO V-GARD TIPO GORRA POLIETILENO BLANCO CON SUSPENSIÓN FAST TRAC III MSA | \$ 10.116 | <div>- 1 +</div> | \$ 10.116 ✕ |
|  ZAPATO DE SEGURIDAD HW TERRAIN T/36 HARDWORK                                       | \$ 55.439 | <div>- 1 +</div> | \$ 55.439 ✕ |
|  RESPIRADOR 3M 7502 SILICONA SUAVIZADA MEDIUM 3M                                    | \$ 32.382 | <div>- 1 +</div> | \$ 32.382 ✕ |
|  FILTRO 2097 PARA PARTÍCULAS P100, ALIVIO NIVELES, MOLESTOS VAPORES ORGÁNICOS 3M   | \$ 13.677 | <div>- 1 +</div> | \$ 13.677 ✕ |
|  LAMPARA MINERA IBX-KL3 IRON-X NEW KL3 IRON-X                                     | \$ 22.416 | <div>- 1 +</div> | \$ 22.416 ✕ |
|  TAPON 3M 1100 DESECHABLE SIN CORDON SNR 30 dB 3M                                 | \$ 138    | <div>- 1 +</div> | \$ 138 ✕    |
|  PROTECTOR AUDITIVO LIBUS L320 AL CASCO CASCO LIBUS                               | \$ 6.743  | <div>- 1 +</div> | \$ 6.743 ✕  |

ENVÍO

Vea todas las opciones de envío para sus productos, incluyendo plazos y costos de despacho



Greenway

\$2.543

~~\$3.990~~

Guante de seguridad Greenway Pvc 14"

Color: Verde

- 1 +

🗑



Apro

\$1.702

~~\$3.190~~

Guante de seguridad Apro Cabritilla sin Forro Premium

Tamaño: Único

- 1 +

🗑

+ Añadir cupón de descuento

SUBTOTAL

\$ 173.407

TOTAL

\$ 173.407

RESUMEN DEL PEDIDO

Selecciona el tipo de Documento:

☒ Boleta

☐ Factura

Los impuestos están incluidos y los gastos de envío se calcularán al momento de pagar.

SUBTOTAL:

\$4.245 CLP

🛒 PAGAR

## Anexo H

| NRO. ORDEN | NOMBRE Y DESCRIPCIÓN DEL EXPLOSIVO                                                                                                                   | CLASE     | Nº ONU    | EQUIV DIN60% (DIRECTA) | EQUIV DIN60% (INDIRECTA) | Q <sub>EXPLOSIÓN</sub> (kJ/kg) |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 179        | - Nitrato amónico, explosivo a base de                                                                                                               |           |           |                        | 0,190                    | 1180,74                        |
| 180        | - Nitrato amónico, explosivo a base de                                                                                                               |           |           |                        | 0,190                    | 1180,74                        |
| 181        | - Explosivos para estudios geofísicos (GEOPRIME Dbx)                                                                                                 |           |           |                        | 0,784                    | 4865,82                        |
| 182        | EXPLOSIVOS PARA VOLADURAS, TIPO D:                                                                                                                   | 1.1D      | 0084      |                        |                          |                                |
| 183        | - RDX plastificado                                                                                                                                   |           |           |                        | 0,855                    | 5306,15                        |
| 184        | - Composición C3                                                                                                                                     |           |           |                        | 0,559                    | 3467,42                        |
| 185        | - Composición C4 (RDX/PIB = 91:9)                                                                                                                    |           |           |                        | 0,986                    | 6119,48                        |
| 186        | EXPLOSIVOS PARA VOLADURAS, TIPO E, O AGENTE DE VOLADURA TIPO E:                                                                                      | 1.1D 1.5D | 0241 0332 |                        |                          |                                |
| 187        | - Emulsión                                                                                                                                           |           |           |                        | 0,486                    | 3012,15                        |
| 188        | - Emulsión: TNT = 50:50                                                                                                                              |           |           |                        | 0,712                    | 4414,65                        |
| 189        | - Emulsión: RDX = 50:50                                                                                                                              |           |           |                        | 0,786                    | 4874,85                        |
| 190        | - Emulsión: Al = 80:20                                                                                                                               |           |           |                        | 1,005                    | 6232,14                        |
| 191        | - ANFO PESADO (ANFO: Emulsión 60:40)                                                                                                                 |           |           |                        | 0,559                    | 3467,42                        |
| 192        | - ANFO PESADO ALUMINIZADO (ANFO: Emulsión: Al = 51:35:15)                                                                                            |           |           |                        | 0,986                    | 6118,48                        |
| 193        | - Slurry                                                                                                                                             |           |           |                        | 0,486                    | 3012,15                        |
| 194        | - Slurry con TNT                                                                                                                                     |           |           |                        | 0,712                    | 4414,65                        |
| 195        | - Hidrogel típica                                                                                                                                    |           |           |                        | 0,486                    | 3012,15                        |
| 196        | - Hidrogel + TNT                                                                                                                                     |           |           |                        | 0,712                    | 4414,65                        |
| 197        | - Hidrogel (Tovex SE)                                                                                                                                |           |           |                        | 0,790                    | 4900,00                        |
| 198        | - Hidrogel (Tovex T)                                                                                                                                 |           |           |                        | 0,453                    | 2810,00                        |
| 199        | FULMINATO DE MERCURIO HUMIDIFICADO con un mínimo del 20%, en masa, de agua o de una mezcla de alcohol y agua (con 20% de agua)                       | 1.1A      | 0135      |                        | 0,248                    | 1535,68                        |
| 200        | GUANILNITROSAMINO-GUANILIDENHIDRACINA HUMIDIFICADA con un mínimo del 30%, en masa, de agua (Tetraceno con 30% de agua)                               | 1.1A      | 0113      |                        | 0,197                    | 1221,13                        |
| 201        | GUANILNITROSAMINO-GUANILTETRACENO HUMIDIFICADO con un mínimo del 30%, en masa, de agua o de una mezcla de alcohol y agua (Tetraceno con 30% de agua) | 1.1A      | 0114      |                        | 0,197                    | 1221,13                        |
| 202        | HEXANITRATO DE MANITOL HUMIDIFICADO con un mínimo del 40%, en masa, de agua o de una mezcla de alcohol y agua (con 40% de agua)                      | 1.1D      | 0133      |                        | 0,614                    | 3808,74                        |
| 203        | HEXANITROESTILBENO                                                                                                                                   | 1.1D      | 0392      |                        | 0,737                    | 4570,66                        |
| 204        | HEXOLITA seca o humidificada con menos del 15%, en masa, de agua (seco)                                                                              | 1.1D      | 0118      |                        | 0,806                    | 4999,88                        |
| 205        | HEXOTOL seca o humidificada con menos del 15%, en masa, de agua (seco)                                                                               | 1.1D      | 0118      |                        | 0,806                    | 4999,88                        |
| 206        | HEXOTONAL (RDX:TNT:Al = 41:41:18)                                                                                                                    | 1.1D      | 0393      |                        | 1,406                    | 8724,87                        |
| 207        | HMX humidificado con más de 15% de agua (con 15% de agua)                                                                                            | 1.1D      | 0226      |                        | 0,805                    | 4996,00                        |
| 208        | HMX desenzibulado (HMX:parafina = 91:9)                                                                                                              | 1.1D      | 0484      |                        | 0,932                    | 5783,63                        |
| 209        | INFLADORES DE BOLSAS NEUMÁTICAS (50 g de mixto azida/perclorato)                                                                                     | 1.4G      | 0503      | 30 un/kg               |                          |                                |