



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MINAS

**“Precios unitarios en la explotación aurífera subterránea de
pequeña minería en el distrito Camilo Ponce Enríquez”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN MINAS

Autor:

DIEGO ENMANUEL ROJAS OVACO

Director:

CARLOS FEDERICO AUQUILLA TERÁN

CUENCA, ECUADOR

2021

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios y a la Virgen de El Cisne, por haberme permitido llegar a este momento y cumplir mis objetivos y metas.

A mi padre en el cielo; Fredy, por siempre apoyarme, guiarme y motivarme, por ser un ejemplo a seguir, por su amor incondicional, por su sabiduría y buenos consejos los cuales me permitieron ser la persona que hoy soy.

A mi madre; Lorena, por guiarme por el camino correcto siempre, por su inmenso amor y cariño, por siempre estar conmigo, por llenar mi vida con sus valiosos consejos.

A mis hermanos: Lorena, Elena y Fredy, por nunca dejarme solo, por sus enseñanzas y cariño, por cada una de las experiencias vividas.

A mi abuelo en el cielo; Sixto, por su incondicional apoyo, por siempre darme ánimos con sus ocurrencias, por sus sabios consejos que me ayudaron a crecer como persona.

A mis sobrinos: Juan Pablo, Monserrat, Daniel, Sofía, porque son una parte importante en mi vida.

A todos mis tíos, en especial a quien hoy se encuentra en el cielo; Manuel, por ser mi padrino y amigo, quien siempre me brindó su apoyo y cariño. A mi tío Jimmy, por ser el confidente con quien siempre puedo contar.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por su incondicional apoyo en esta larga travesía.

A mi director de tesis; Ing. Federico Auquilla Terán, por su apoyo y dedicación en la realización de este trabajo de grado, de la misma manera al Ing. Leonardo Núñez Rodas, Ing. Patricio Feijoo Calle e Ing. Fernando Valencia Guaricela por sus consejos, enseñanzas y amistad durante toda mi vida universitaria

A la Universidad del Azuay, especialmente a la Escuela de Ingeniería en Minas, por su acogida durante mi formación académica.

A todos mis compañeros por los recuerdos y experiencias vividas dentro y fuera de las aulas, me quedo con gratos momentos y sobre todo con gratos amigos.

Al Ing. Adrián Bravo quien me dio su apoyo para culminar este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiiiv
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Minería del Oro	4
1.2 Minería Subterránea.	5
1.2.1 Infraestructura básica.....	6
1.2.2 Labores de desarrollo.....	6
1.2.3 Instalaciones	6
1.2.4 Métodos subterráneos	7
1.3 Distrito Minero Camilo Ponce Enríquez.	7
1.3.1 Ubicación.....	7
1.3.2 Límites	8
1.3.3 Relieve	8
1.3.4 Clima	8
1.3.5 Hidrografía.....	8
1.3.6 Geología Local	8
1.3.7 Geología Regional	10
1.3.8 Lito estratigrafía	11
1.4 Procesos Productivos en la Explotación del Oro.....	14

1.4.1 Perforación.....	14
1.4.2 Tipos de Perforación.....	15
1.4.2.1 Perforación Manual	15
1.4.2.2 Perforación Neumática	15
1.4.2.3 Perforación Eléctrica	16
1.4.2.4 Perforación Hidráulica.....	16
1.4.3 Tipos de Perforadoras Convencionales Neumáticas	16
1.4.3.1 Jack Le.....	16
1.4.3.2 Jack Hammer	16
1.4.3.3 Stoper.....	16
1.4.3.4 Secuencia de Encendido	19
1.4.3.5 Secuencia de Iniciación de Voladuras Subterráneas	20
1.4.4 Carguío y Transporte	20
1.4.4.1 Características del Carguío y Transporte.....	21
1.4.4.2 Clasificación de Equipos de Carguío y Transporte	21
1.4.4.3 Secuencia	22
1.4.4.4 Ciclo del Movimiento.....	23
1.4.4.5 Factores que Intervienen el Carguío y Transporte.....	24
Factores de Carga.....	24
Factores de Transporte.....	24
Factores de Descarga	24
Factores de Retorno	24
Factores de Ubicación.....	24
Factores de Demora	24
1.4.5 Operaciones Auxiliares.....	25
1.4.5.1 Ventilación.....	25
Atmósfera Minera	26
Aire en las Minas	26
Clasificación de Gases	26
Métodos de Ventilación	27
1.4.6 Desagüe de Minas.....	29
1.4.6.1 Cunetas de Desagüe y Diques	29
1.4.6.2 Desagüe con Vasijas.....	30

1.4.6.3 Desagüe con Bombas.....	30
1.4.7 Vía Férrea o Camino.....	30
1.4.7.1 Plataforma.....	30
1.4.7.2 Durmientes.....	31
1.4.7.3 Riel.....	31
1.5 Costos Unitarios en la Explotación de Minería Subterránea del Oro.....	32
1.5.1 Costo Total y Costo Unitario.....	32
1.5.2 Costos	32
1.5.3 Estructura de Costos de Producción de una Unidad Minera.	32
1.5.3 Costos Conjuntos en los Procesos Mineros.....	33
1.5.4 Análisis de Costos Unitarios.....	33
1.5.5 Análisis Económico de la Actividad Minera.....	34
1.5.6 Depreciación.....	35
1.5.7 Elementos del Costo	35
CAPÍTULO II.....	37
COSTOS Y GASTOS EN PEQUEÑA MINERÍA SUBTERRÁNEA	37
2.1 Estructura de Costos y Gastos.	37
2.1.1 Costos Directos.....	37
2.1.2 Costos Indirectos.	37
2.2 Clasificación de Costos y Gastos de Producción.....	37
2.2.1 Sueldos.....	37
2.2.2 Insumos.....	38
2.2.3 Depreciación.....	38
2.3 Diagnóstico y Análisis de los Costos de Producción.....	38
2.3.1 Sueldos.....	38
2.3.2 Insumos.....	43
2.3.3 Depreciación.....	57
2.4 Producción de toneladas	63

2.5 Clasificación de los costos de producción para el análisis de costo unitario, en cada proceso minero dentro de la fase de explotación.....	63
2.5.1 Perforación.....	63
2.5.2 Voladura	63
2.5.3 Carguío	63
2.5.4 Transporte.....	63
2.5.5 Mantenimiento de Equipos.....	64
2.5.6 Mantenimiento de Instalaciones	64
2.5.7 Depreciación de equipos.....	64
2.5.8 Depreciación de instalaciones	64
2.5.9 Gastos Generales	64
2.5.10 Sueldos.....	64
2.6 Costos de producción en cada proceso minero dentro de la fase de explotación.	64
2.6.1 Perforación.....	64
2.6.2 Voladura	65
2.6.3 Carguío	65
2.6.4 Transporte.....	65
2.6.5 Mantenimiento de Equipos.....	65
2.6.6 Mantenimiento de Instalaciones	65
2.6.7 Depreciación de equipos.....	66
2.6.8 Depreciación de instalaciones	66
2.6.9 Gastos Generales	66
2.6.10 Sueldos.....	66
2.7 Costo Unitario en por Proceso Minero.....	66
2.7.1 Perforación.....	67
2.7.2 Voladura	67
2.7.3 Carguío	67

2.7.4 Transporte.....	67
2.7.5 Mantenimiento de Equipos.....	68
2.7.6 Mantenimiento de Instalaciones.....	68
2.7.7 Depreciación de Equipos.....	68
2.7.8 Depreciación de Instalaciones.....	68
2.7.9 Gastos Generales.....	68
2.7.10 Sueldos.....	69
2.8 Análisis del Costo Unitario por Tonelada.....	69
2.9 Análisis del Costo Unitario por Gramo de Oro.....	69
CAPÍTULO III.....	71
ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE RESULTADOS.....	71
3.1 Ajuste de Modelo Contable Matemático.....	74
3.1.1 Guía de Uso Simulador.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
Conclusiones.....	89
Recomendaciones.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costos de Alimentación.....	39
Tabla 2. Costos Sueldos Interior Mina.	40
Tabla 3. Costos de Sueldos Interior Mina.	42
Tabla 4. Costos de Insumos de Perforación.	43
Tabla 5. Costos de Repuestos de Perforadoras y Pie de Avance.....	45
Tabla 6. Costo de Explosivos.	45
Tabla 7. Costo de Herramientas.	46
Tabla 8. Repuestos e Insumos de Cargadoras y Locomotoras.	48
Tabla 9. Costos de Insumos de mantenimiento de instalaciones.....	49
Tabla 10. Costo de Insumos en General.	55
Tabla 11. Costos de Equipos de Protección Personal (EPP)	56
Tabla 12. Costos de Consumo de Energía Eléctrica.....	56
Tabla 13. Depreciación de perforadoras.....	57
Tabla 14. Depreciación de Equipo de Carga.	58
Tabla 15. Depreciación de Equipo de Transporte.	58
Tabla 16. Depreciación de Equipos.....	60
Tabla 17. Depreciación de Línea de Aire.	61
Tabla 18. Depreciación de Líneas de Riel.....	62
Tabla 19. Evaluación de Costos de Perforación con Precios Unitarios.....	64
Tabla 20. Evaluación de Costos de Voladura con Precios Unitarios.	65
Tabla 21. Evaluación de Costos de Carguío con Precios Unitarios.	65
Tabla 22. Evaluación de Costos de Transporte con Precios Unitarios.....	65
Tabla 23. Evaluación de Costos de Mantenimiento de Equipos con Precios Unitarios.	65
Tabla 24. Evaluación de Costos de Mantenimiento de Instalaciones con Precios Unitarios	65
Tabla 25. Evaluación de Costos de Depreciación de Equipos con Precios Unitarios. ...	66
Tabla 26. Evaluación de Costos de Instalaciones con Precios Unitarios.	66
Tabla 27. Evaluación de Gastos Generales con Precios Unitarios.	66
Tabla 28. Evaluación de Costos de Sueldos.	66
Tabla 29. Diagnóstico de Costo Unitario en la Perforación.....	67
Tabla 30. Diagnóstico de Costo Unitario en la Voladura.....	67
Tabla 31. Diagnóstico de Costo Unitario en el Carguío.....	67

Tabla 32. Diagnóstico de Costo Unitario en el Transporte.	67
Tabla 33. Diagnóstico de Costo Unitario en el Mantenimiento de Equipos.	68
Tabla 34. Diagnóstico de Costo Unitario en el Mantenimiento de Instalaciones.....	68
Tabla 35. Diagnóstico de Costo Unitario en la Depreciación de Equipos.	68
Tabla 36. Diagnóstico de Costo Unitario en la Depreciación de Instalaciones.....	68
Tabla 37. Diagnóstico de Costo Unitario en los Gastos Generales.	68
Tabla 38. Diagnóstico de Costo Unitario en los Sueldos.	69
Tabla 39. Análisis del Costo Unitario por Tonelaje.	69
Tabla 40. Análisis del Costo Unitario por Gramo de Oro.	69
Tabla 41. Promedio Ley.	73
Tabla 42. Costo Gramo Oro.	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración.1 Clasificación Métodos de Explotación Subterráneos	7
Ilustración 2. Mapa Geológico Regional del Sector Minero Camilo Ponce Enríquez. ..	10
Ilustración 3. Procesos Productivos en la Explotación del Oro.	14
Ilustración 4. Tipos de Perforadoras.	17
Ilustración 5. Grupos de Barrenos.	19
Ilustración 6. Secuencia de Iniciación de Voladuras Subterráneas.	20
Ilustración 7. Ciclo del Movimiento de Carga y Descarga.	23
Ilustración 8. Ventilación Auxiliar.	28
Ilustración 9. Ventilación Principal.	29
Ilustración 10. Componentes de una Vía.	30
Ilustración 11. Componentes y Accesorios.	31
Ilustración 12. Partes del Riel.	32
Ilustración 13. Esquema de Costos.	36
Ilustración 14. Análisis de Costo Unitario.	71
Ilustración 15. Análisis Porcentual de Costo Unitario.	72
Ilustración 16. Modelo Contable.	74
Ilustración 17. Interfaz Sueldos.	75
Ilustración 18. Selección del Cargo.	75
Ilustración 19. Ingreso de Datos.	76
Ilustración 20. Interfaz de Alimentación y Energía.	76
Ilustración 21. Interfaz de Producción y Tiempo de Análisis.	76
Ilustración 22. Interfaz del Proceso de Perforación.	77
Ilustración 23. Selección del Repuesto de Perforación.	77
Ilustración 24. Selección de Perforadoras y Accesorios, para calcular la depreciación.	78
Ilustración 25. Selección de Insumos de Perforación.	78
Ilustración 26. Ingresar Datos de los Repuestos de Perforación.	79
Ilustración 27. Ingresar Datos de Perforadoras y Accesorios.	79
Ilustración 28. Interfaz de Explosivos y Accesorios	79
Ilustración 29. Interfaz de Carga y Transporte.	80
Ilustración 30. Selección de Repuestos e Insumos.	80
Ilustración 31. Selección de Equipo de Carga.	81
Ilustración 32. Selección de Equipo de Transporte.	81

Ilustración 33. Interfaz de Insumos Generales.	82
Ilustración 34. Selección de Equipo	82
Ilustración 35. Interfaz de Actividades Auxiliares.	83
Ilustración 36. Selección e Ingreso de Datos.....	83
Ilustración 37. Interfaz de Resultados	84
Ilustración 38. Mostrar Tabla de Resultados.	84
Ilustración 39. Comparación de Resultados.	85
Ilustración 40. Interfaz Ingresar Grafico.	86
Ilustración 41. Gráfico Ingresado.	86
Ilustración 42. Interfaz de Costo de Gramo de Oro.....	87
Ilustración 43. Ingresar Ley	87
Ilustración 44. Resultado de Costo de Gramo de Oro.	88
Ilustración 45. Comparación de Costo de Gramo de Oro.....	88

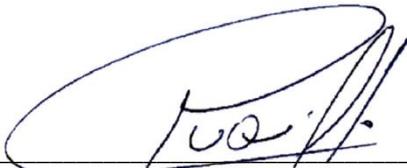
“PRECIOS UNITARIOS EN LA EXPLOTACIÓN AURÍFERA SUBTERRÁNEA DE PEQUEÑA MINERÍA EN EL DISTRITO CAMILO PONCE ENRÍQUEZ”

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo el análisis de costos unitarios en la minería aurífera subterránea de la pequeña minería en el Distrito Minero Camilo Ponce Enríquez en la fase de explotación, determinando las variables más importantes en cada proceso del ciclo de minado. Se llevó a cabo a partir de una investigación teórica y de campo, se aplicaron metodologías de cálculo que permitieron evaluar los costos en cada proceso. La información recopilada fueron los costos operativos y no operativos trimestrales; este análisis partió de la necesidad de que las empresas mineras no cuentan con un adecuado control de costos, lo que provoca un desconocimiento de información primordial que afectan a su desarrollo.

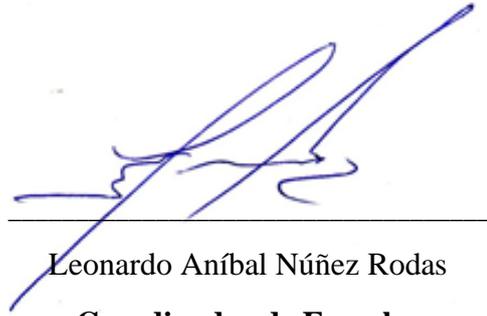
Finalmente, se realizó una interpretación de datos para crear un modelo simulador para empresas mineras que cuenten con variables similares, para obtener el costo de extracción de un gramo de oro.

Palabras clave: Costos, ciclo, minería aurífera, simulador.



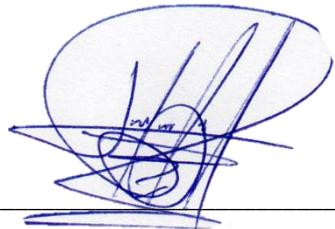
Carlos Federico Auquilla Terán

Director del Trabajo de Titulación



Leonardo Aníbal Núñez Rodas

Coordinador de Escuela



Diego Enmanuel Rojas Ovaco

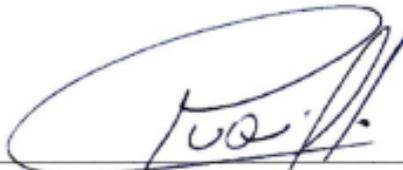
Autor

**“UNIT PRICES IN THE UNDERGROUND GOLD EXPLOITATION OF
SMALL MINING IN THE CAMILO PONCE ENRÍQUEZ DISTRICT”**

ABSTRACT

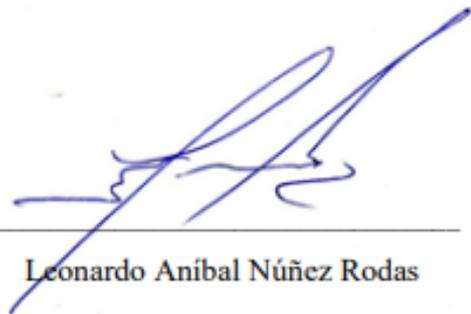
The objective of this work was to analyze the unit costs in the underground gold mining of small mining in the Ponce Enriquez Mining District during the exploitation phase to determine the most important variables in each process that correspond to the mining cycle. A study was carried out from a theoretical and field research, in which the calculation methodologies were applied to evaluate the costs in each stage. The information collected was operating and non-operating costs quarterly. This analysis was based on the need of mining companies which do not have adequate cost control that causes a lack of knowledge of essential information and affects their development. Finally, a data interpretation was carried out to create a simulator model for mining companies that have similar variables, to obtain the cost of extraction of a gram of gold.

Keywords: Costs, cycle, gold mining, simulator.



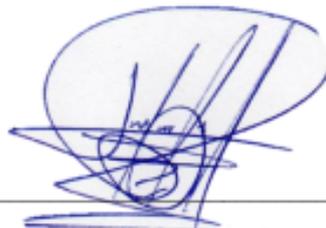
Carlos Federico Auquilla Terán

Thesis Director



Leonardo Aníbal Núñez Rodas

Faculty Coordinator



Diego Enmanuel Rojas Ovaco

Author



Translated by



Diego Rojas

Rojas Ovaco Diego Enmanuel

Trabajo de Titulación

Ing. Carlos Federico Auquilla Terán

Julio, 2021.

**PRECIOS UNITARIOS EN LA EXPLOTACIÓN AURÍFERA
SUBTERRÁNEA DE PEQUEÑA MINERÍA EN EL DISTRITO CAMILO
PONCE ENRÍQUEZ**

INTRODUCCIÓN

Camilo Ponce Enríquez, es un cantón perteneciente a la provincia del Azuay, Ecuador. El sector minero Ponce Enríquez es conocido por sus depósitos de Au - Cu, es una zona favorable para la búsqueda de yacimientos metálicos, debido a esto su actividad principal es la extracción aurífera subterránea, convirtiéndose en una actividad valiosa para la economía del país.

En el Distrito Ponce Enríquez se realiza en su mayoría pequeña minería subterránea, en el presente trabajo nos centraremos a lo que corresponde la fase de explotación y lo concerniente al ciclo de minado.

En la fase de explotación un factor de gran importancia son los costos de producción, en algunos casos estos costos no son los adecuados, ya que existen empresas que no tienen un correcto conocimiento de esto, ya que llevan la toma de decisiones de una manera empírica, por ende, no llevan un modelo para una estimación adecuada de sus costos.

El objetivo de este trabajo, es determinar un modelo contable para el análisis de costos unitarios dentro de la minería aurífera subterránea, y por medio de esto las empresas identifiquen sus puntos débiles y puedan tomar acciones para mejorar sus costos de producción en cada uno de los procesos del ciclo de minado tales como perforación, voladura, carguío y transporte.

De esta manera, el modelo contable será útil para obtener una evaluación general de cualquier empresa minera aurífera subterránea que cuente con variables semejantes a los establecidos en el modelo contable.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Minería del oro

El oro es uno de los elementos más escasos de la tierra. Por eso se presenta en concentraciones muy bajas en relación con la cantidad del material que es necesario remover. Se encuentra en forma de vetas en grietas de la corteza terrestre y en los sedimentos de los ríos. En la corteza terrestre se encuentra en una proporción de 4 miligramos por tonelada. (Salva la Selva, 2011)

La industria minera atraviesa dificultades para mantener los ritmos de producción que exige la demanda. Actualmente existe un gran interés en nuevos yacimientos que se vienen identificando en América Latina (Salva la Selva, 2011)

El oro, es un metal precioso blando de color amarillo, se lo clasifica como metal pesado y noble, en el comercio es el más común de los metales preciosos. Alrededor del 75% de la producción mundial del oro se consume en joyería, entre un 10% y 15% se lo emplea en aplicaciones industriales en especial en electrónica, la diferencia se lo utiliza en la medicina y odontología, en acuñación y reservas de los gobiernos y particulares. (BCE, 2016)

En todo el mundo el oro es muy deseado como bien de consumo. La joyería ha sido y continúa siendo la primera fuente de demanda de oro y en algunos países como China e India está fuertemente arraigado como signo de riqueza. Ambos países emergentes en los que se espera un crecimiento de las clases medias en cientos de millones de personas con poder adquisitivo para consumir productos como joyas de oro. (Salva la Selva, 2011)

Pero, además, el mundo vive hoy una nueva fiebre del oro. Condiciones económicas adversas juegan siempre un papel en la demanda creciente de oro. Según la industria, mientras el oro esté presente en la mente de los inversores seguirá subiendo y habrá demanda creciente. (Salva la Selva, 2011)

La tecnología para la extracción es cara principalmente porque este proceso siempre requiere la manipulación de grandes cantidades de mineral para conseguir

pequeños resultados. La energía necesaria para procesar el metal es costosa, al igual que los químicos utilizados. (BullionVault, 2014)

El proceso de la concentración de oro se da tanto sobre la superficie de la tierra como en el interior. En la superficie es oro aluvial que se ha concentrado por los efectos del agua corriente, normalmente en ríos. Las vetas de oro bajo tierra se producen en asociación con varios depósitos metálicos, incluyendo sulfuros y piritas. La concentración de oro puede darse a medida que otros minerales se filtran a lo largo del tiempo. (BullionVault, 2014)

1.2 Minería subterránea

La mina subterránea es una fábrica situada en el interior de la tierra en la que trabajan los mineros para extraer minerales ocultos en los estratos rocosos. Los mineros pican, arrancan y barrenan para poder acceder y extraer el mineral, es decir, la roca que contiene una mezcla de minerales de los cuales como mínimo uno es procesable y convertible en un producto comercializable. El mineral se transporta a la superficie para refinarlo y obtener un concentrado de alta calidad. El trabajo en el interior del estrato rocoso y a gran profundidad requiere un tipo de infraestructura especial: una red de pozos, galerías y cámaras conectados con la superficie que permitan el movimiento de los trabajadores, las máquinas y el mineral dentro de la mina. El pozo es el acceso hacia el interior y de él salen las galerías laterales que conectan la estación del pozo con los frentes de explotación. La rampa interna es una galería inclinada que conecta los niveles subterráneos a distintas cotas (o profundidades). Todas las galerías deben disponer de servicios tales como ventilación y aire fresco, electricidad, agua y aire comprimido, desagües y bombas para el agua subterránea que se filtra, así como un sistema de comunicación. (Amstrong & Menon, 2001)

Algunos métodos de explotación subterránea pueden clasificarse principalmente en tres tipos dependiendo del tratamiento que se hace de la cavidad que deja la explotación. Se pueden considerar métodos donde, tras la extracción del mineral, la cavidad queda soportada por las paredes del caserón o por pilares, sin un soporte adicional. Otra opción es el uso de algún material para rellenar la cavidad de manera de permitir la continuidad de la operación. Una última alternativa consiste en sacar mineral

al mismo tiempo que material de menor ley o estéril rellena la cavidad que se va generando. (Ortiz J. , 2010)

Previo a describir los distintos métodos de explotación, es necesario conocer los principales componentes de un complejo minero. En particular, en una mina subterránea, se cuenta con los siguientes elementos:

1.2.1 Infraestructura básica

- Túneles de acceso de personal y/o transporte de minerales.
- Piques de acceso de personal y/o extracción de minerales.
- Rampas de acceso de personal y/o transporte de minerales.
- Túneles y/o piques principales de ventilación.
- Cámaras o estaciones de chancado subterráneas.
- Piques principales de traspaso de mineral.
- Cámaras o estaciones de aire comprimido.
- Cámaras o talleres de mantención mecánica.
- Polvorines.
- Oficinas, comedores y posta de primeros auxilios.

1.2.2 Labores de desarrollo

- Galerías y rampas de acceso a los cuerpos mineralizados.
- Galerías o subniveles de perforación.
- Embudos o zanjas recolectoras de mineral.
- Piques de traspaso de minerales.
- Galerías y chimeneas de ventilación.
- Galerías de transporte de mineral.

1.2.3 Instalaciones

- Puntos de extracción.
- Parrillas de control de tamaño.
- Estaciones de reducción de tamaño (martillos picadores).
- Buzones de carguío.
- Subestaciones eléctricas.
- Vías férreas.

- Estaciones de bombeo.

1.2.4 Métodos subterráneos

Los métodos de explotación subterráneos corresponden aquellos en la cual el mineral no se encuentra aflorado a la superficie durante la explotación, por lo que es necesario desarrollar excavaciones subterráneas ya sea verticales y/u horizontales para poder acceder y extraer el mineral de interés. Si bien esto involucra un costo mayor en comparación a un método superficial, una ventaja es que no se requiere remover una gran cantidad de material estéril para acceder al mineral, solo el necesario para desarrollar los accesos y los niveles que le darán el soporte al método, reduciendo así la cantidad de residuos generados. (Gómez & Grima, 2018)

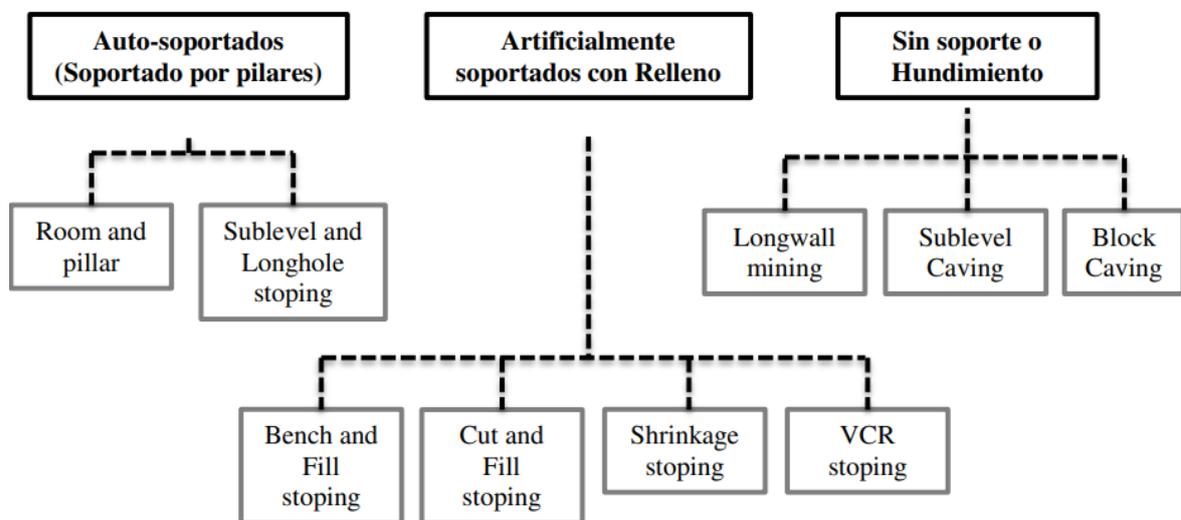


Ilustración 1. Clasificación Métodos de Explotación Subterráneos.

Fuente: (Gómez & Grima, 2018)

1.3 Distrito Minero “Ponce Enríquez”

El cantón Camilo Ponce Enríquez, es un cantón de la Provincia de Azuay, Ecuador.

1.3.1 Ubicación

El cantón Camilo Ponce Enríquez está ubicado al Oeste de la Provincia de Azuay, levantándose sobre la extensa llanura costera de esta provincia. Sus coordenadas en el centro cantonal son: latitud 9661866, longitud 639587 y altura 43 m.s.n.m.

1.3.2 Límites

Limita al Norte con los Cantones Cuenca y Naranjal; al Sur con el Cantón El Guabo y Pucará; al Este con los cantones Santa Isabel y Cuenca; y al Oeste con el Cantón Guayaquil y Balao.

1.3.3 Relieve

Posee altitudes que fluctúan de 43 m.s.n.m. en la cabecera cantonal, hasta 3680 m.s.n.m. en su parte más alta (comunidad La Unión). Presenta una topografía regular en la parte baja en donde se encuentran las comunidades con mayor población; otra parte del territorio es topográficamente irregular con pendientes pronunciadas, en estos terrenos se encuentran ubicadas comunidades que poseen interés turístico como: Bella Rica, San Gerardo y La Unión. (EcuRed, 2019)

1.3.4 Clima

Camilo Ponce Enríquez tiene un clima tropical. Los veranos aquí tienen una buena cantidad de lluvia, mientras que los inviernos tienen muy poco. La temperatura media anual en Camilo Ponce Enríquez se encuentra a 25.1 °C. Precipitaciones aquí promedios 877 mm. (EcuRed, 2019)

1.3.5 Hidrografía

El cantón cuenta con cinco importantes cuencas hidrográficas, todas ellas se desprenden en forma paralela desde la cordillera de los Andes hasta desembocar en el Océano Pacífico y el Golfo de Guayaquil. Estos ríos son: Río Jagua, con tres afluentes: la Vertiente de Aguas Calientes, Río Amarillo y Río Baboso. La cuenca del Río Jagua es la más grande ya que constituye una quinta parte del territorio de Ponce Enríquez (12.660 ha), en la cuenca predomina el clima subtropical y húmedo. Río Balao Grande, Río Gala, Río Tenguel, Río Siete. (EcuRed, 2019)

1.3.6 Geología local

El Campo Mineral Ponce Enríquez (Distrito Minero Ponce Enríquez), se encuentra ubicado dentro del sub-distrito Machala – Naranjal en la parte occidental del Distrito Azuay. Este es conocido por sus depósitos de Cu-Au-Mo en pórfidos y en vetas, brechas y “stockworks” epi-mesotermiales que se desarrollaron dentro de las rocas de caja

volcánica y que están especialmente relacionados con pórfidos. Alrededor del Campo Mineral se presenta un conjunto predominante de rocas volcánicas, andesitas y basaltos, brechas, todas estas rocas de la Unidad Pallatanga o también conocidos como Basaltos Bella Rica. La exposición típica que se presenta en los frentes de trabajo es de basaltos verdes, stockworks irregulares de epidota, cuarzo y diorita de un espesor aproximado de 20 mm en las vetillas. La mineralización y alteración hidrotermal aparece con una secuencia basáltica de la Unidad Pallatanga que tiene más de 1 km de espesor, se encuentra intruído por cuerpos de cuarzo-diorita a micro-tonalita porfídica. La pirita diseminada y stockworks de pirita son característicos en el Campo Mineral Ponce Enríquez (Bella Rica). En el sector Bella Rica existe una alteración con clorita, calcita, epidota y actinolita +/- esfena, también existen alteraciones hidrotermales locales, estructuralmente controladas, comúnmente en forma de vetillas que crean “stockworks” de epidota, actinolita, pirita, albita, cuarzo, clorita, calcita. Estas rocas con el tiempo se han endurecido y se las ha descrito como silicificadas. La mineralización formada tiene la dirección N – S. La roca de caja en su mayoría está conformada por andesita, con diferentes coloraciones entre azuladas y verdosas, que corresponden a rocas básicas e intermedias; este tipo de roca se la encuentra en casi la totalidad de las galerías de forma maciza, resistente y compacta; las fisuras y fracturas que se presentan son poco consideradas. El área está limitada por una importante serie de fallas con rumbo NW: La falla Río Margarita al S, La Falla Río Tenguel al N y la Falla con relleno de serpentina Río Chico, en esta zona varios lineamientos se asocian con vetas y fallas, en esto se incluye La Falla 3 de mayo con rumbo N. Existen también 3 importantes fallas transversas (E-W) las cuales son: La Falla Guanache, Los Ratones y Pueblo Nuevo. (Lopez , 2017)

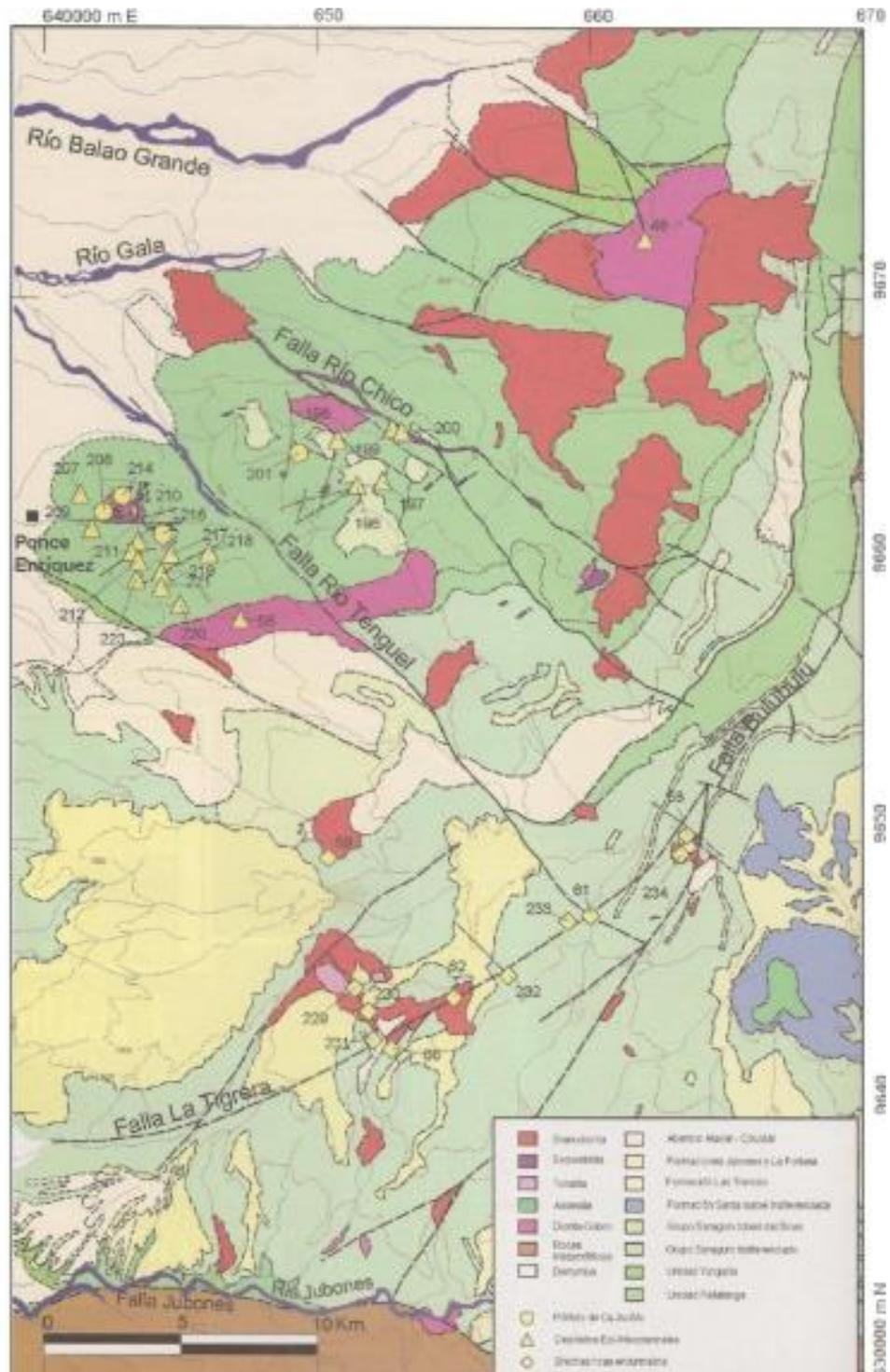


Ilustración 2. Mapa Geológico Regional del Sector Minero Camilo Ponce Enríquez.

Fuente: (INIGEMM, 2000)

1.3.7 Geología regional

Las minas de Ponce Enríquez-Bella Rica, se sitúan al SW de la cordillera Occidental, muy próxima al inicio de la zona costera. El basamento en este sector está representado por volcánicos cretácicos tales como lavas basálticas, tobas y brechas

volcánicas de la Formación Pallatanga. El Paleoceno está representado por flujos andesíticos y basálticos, tobas y rocas volcánicas de la Formación Sacapalca, con espesores que superan los 2000 m. Estas rocas se encuentran instruidas por “stocks “y “plugs” granodioríticos a tonalíticos del Eoceno. El Cuaternario consta de sedimentos marinos de estuario, representados por depósitos de arcillas y algo de gravas de origen fluvial. Las principales mineralizaciones de la zona de Muy yacu ocurren en los ambientes de corteza oceánica Pallatanga la cual se acrecionó a la corteza continental a finales del Cretácico. Las rocas de Pallatanga son de color verde oscuro, muy duras y con escasos cristales bien desarrollados; es masiva y generalmente muy fracturada, excepto cuando se presenta en textura almohadillada. Estas rocas son ricas en minerales ferro-magnesianos y pobre en feldespatos potásicos. La margen oeste de la cordillera Occidental está controlada por la falla regional de tendencia NE y fallas transcurren tés NW las mismas que controlan los principales sistemas de drenaje y constituyen ambientes favorables para la ocurrencia de mineralizaciones, principalmente de tipo hidrotermal. (Cárdenas & Gavilanes, 2018)

1.3.8 Litoestratigrafía

El Campo Mineral Ponce Enríquez pertenece a la Unidad Pallatanga (KPa) del Cretácico Medio Temprano, que forma una banda casi continúa limitada por fallas a lo largo de las estribaciones occidentales de la Cordillera Occidental, conformada por escamas tectónicas de rocas ultra básicas, basaltos oceánicos, rocas volcanoclásticas y sedimentos pelágicos expuestos a lo largo de la cordillera, sobreyacida discordantemente por el Grupo Saraguro (Lopez , 2017)

La Unidad Pallatanga (KPa), aflora en la parte Noroeste de la Hoja Machala, en los sectores Bella Rica-Tenguelillo, San Juan de Naranjillas, Recinto Guadalupe, Campos mineros Muyuyacu y San Salvador. Una importante ventana estructural asociada a las fallas Bulubulu y La Tigrera constituye el levantamiento Narihuiña, encontrándose en su parte más alta afloramientos de la unidad Pallatanga el Cretácico.

Se ha indicado que la base de la Cordillera Occidental, está formada por rocas provenientes de una variedad de eventos tectónicos marinos que involucran a la Corteza oceánica. Se Considera que la Unidad Pallatanga fue incorporada a la margen continental, durante un largo proceso de acreción desde el Cretácico Tardío hasta el Eoceno Unidad está sobreyacida discordantemente por las turbiditas de la Unidad Yunguilla y por rocas

volcánicas y volcano-clásticas del Grupo Saraguro intruídas por dioritas y granodioritas. En la zona litoral, se encuentra cubierta por depósitos de pie de monte y potentes acumulaciones aluviales.

La Unidad Pallatanga consiste de basaltos, doleritas, sedimentos silíceos finos, serpentinitas y rocas corneanas. (Lopez , 2017)

Gabros (DG), son iguales en composición a los basaltos, la diferencia radica en el tamaño de los cristales: en muestras de mano pueden observarse cristales de hasta 2 mm de piroxeno y plagioclasa, esto implica que la roca tiene más de 70% de ferro magnesianos. Las rocas presentan hidrotermalismo; con presencia de sericita, cuarzo, clorita, caolinita y epidota, como accesorios existen óxidos de hierro y pirita. (Lopez , 2017)

Intrusivos Granodioríticos (GGd), presentan diaclasas, localmente brechados, textura, cristalina, holocristalina-fanerítica, grano medio, cristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita, anfíbol y mineralización de sulfuros diseminados. Instruye a la unidad Pallatanga y está cubierto en parte por los volcánicos del Grupo Saraguro, presentan avanzada alteración por meteorización, consecuencia del tamaño de sus cristales, la composición química y las condiciones propias de humedad y temperatura de la zona. (Lopez , 2017)

Formación Yunguilla (KY), consiste de limolitas, lutitas y areniscas finas, color gris oscuro. Las areniscas contienen cuarzo deformado y algo de moscovita detrítica, lo cual podría indicar una fuente metamórfica. Esta formación está presente a lo largo de la Cordillera Occidental, un pequeño cuerpo se localiza en la parte baja del río Pagua, así como la faja a lo largo de la falla Río Siete. (Lopez , 2017)

La Formación Yunguilla está asociada a la Unidad Pallatanga; en el sector de Quera, se presenta en contacto fallado como una franja alargada en dirección E-O; en ambas márgenes del río Muyuyacu. Los afloramientos de Yunguilla, se producen a través de fallas. (Lopez , 2017)

Grupo Saraguro (EMS), son lavas intermedias a ácidas, piroclastos y paquetes sedimentarios, en la hoja Machala cubre la mayor parte del área de interés, se extiende por todo el centro-este, desde el norte de la hoja hasta el río Jubones al Sur, se estima que la potencia no sobrepasa los 1500 m. (Lopez , 2017)

Formación Las Trancas (ESt), es parte del Grupo Saraguro, son tobas lapillíticas, de composición andesítica y dacítica, brechas tobáceas, conglomerados, areniscas y lutitas rojas, aflora en la cuenca alta del río Margarita y cuenca media del río Pagua. (Lopez , 2017)

Se encuentran bien redondeados y clasificados, se considera que tienen origen en las rocas del basamento ofiolítico Pallatanga, con presencia de cuarzo, feldespato, muscovita y biotita. Esta formación es netamente sedimentaria, clasificación de grano de varios tamaños. (Lopez , 2017)

Formación Tarqui (Pt), consiste de rocas volcánicas y piroclastos jóvenes, tobas y flujos de lavas, alterados hidrotermalmente. También se observan flujos brechosos de lavas andesíticas porfíricas fracturadas, conformados por clastos pequeños angulosos en una matriz fluidal. (Lopez , 2017)

Tobas Dacíticas (TD), compuestas de cristales de cuarzo, feldespato, anfíboles, piroxenos, vidrio volcánico, en una matriz de color marrón claro a violeta, lo que da a la roca un color característico, presentan alteración por meteorización. (Lopez , 2017)

Depósitos Coluviales (QC), compuestos por fragmentos angulosos a sub-angulosos de tamaños variables entre bloques, gravas, arenas y limos. Se presentan como francos depósitos de pie de monte alineados a lo largo de las riberas del río Jubones. (Lopez , 2017)

Depósitos Aluviales (QA), se extienden en los límites de la cordillera hasta el litoral, por debajo de los depósitos de pie de monte y recubriendo la base geológica de la planicie costanera de las ofiolitas y sedimentos cretácicos Pallatanga y Yunguilla. Su potencia puede alcanzar cientos de metros, dependiendo de la topografía del sustrato. (Lopez , 2017)

Abanicos Aluviales (QAa), se forman de los torrentes que bajan de la montaña, arrastran gran cantidad de sedimentos que se acumulan al entrar en la planicie costanera, donde cambian bruscamente de pendiente y de régimen, formando abanicos aluviales con radios que varían de cientos de metros hasta algunos kilómetros. Los principales abanicos son los formados por los ríos Tenguel, Gala, Margarita, Pagua y Bonito. La litología es heterogénea, se trata de materiales de arrastre, poco clasificados. Los poblados de

Zhumiral, Santa Marta, y San Miguel de Brasil están asentados sobre estos depósitos. (Lopez , 2017)

1.4 Procesos productivos en la explotación del oro

Los procesos productivos en la explotación del oro vienen a ser el conjunto de actividades, operaciones o trabajos que es necesario realizar para separar físicamente los minerales en este caso el oro, desde su ambiente natural y transportarlos hasta las instalaciones de procesamiento. Por lo cual consiste en la ejecución secuencial de las operaciones básicas de arranque, manejo de materiales y operaciones auxiliares.



Ilustración 3. Procesos Productivos en la Explotación del Oro.

Fuente: Autor.

1.4.1 Perforación

El concepto de perforación realizada en una voladura, consiste en la operación de llevar a cabo varias penetraciones cilíndricas en la superficie del macizo a volar, llamadas barrenos que tendrán una distribución y un ángulo de inclinación diseñados con el fin de producir el arranque, fragmentación y desplazamiento de parte del macizo rocoso. Estos barrenos alojarán las cargas explosivas que serán detonadas con una secuencia de disparo pensada para obtener un tamaño de piedra medio o fragmentación óptimos con mínimas proyecciones y vibraciones. Si esta fase del ciclo productivo no se realiza atendiendo a unos criterios de calidad y siguiendo el diseño de la voladura, los resultados no serán los esperados, teniendo como consecuencia: por un lado, la obtención de tamaños de roca no deseados que encarecen el proceso de carga, transporte y triturado, aumento de repies

(taqueos o uso de martillos neumáticos); y por otro, el aumento de las posibilidades de accidente al existir mayor riesgo de proyecciones. (Ingeopres, 2011)

Se basa en principios mecánicos de percusión y rotación, cuyos efectos de golpe y fricción producen el astillamiento y trituración de la roca en un área equivalente al diámetro de la broca y hasta una profundidad dada por la longitud del barreno utilizado. La eficiencia en perforación consiste en lograr la máxima penetración al menor costo.

En la etapa de perforación tiene una gran importancia: la resistencia al corte o dureza de la roca y la abrasividad. Esta última influye en el desgaste de la broca y por ende en el diámetro final de los taladros cuando esta se adelgaza. (Exsa, 2018)

La perforación se efectúa por los siguientes medios:

1. Percusión, con efecto de golpe y corte como el de un cincel y martillo.
2. Percusión / Rotación, con efecto de golpe, corte y giro, como el producido por las perforadoras neumáticas, jumbos hidráulicos.
3. Rotación con efecto de corte por fricción y rayado con material muy duro, como el producido por las perforadoras diamantinas para exploración.
4. Fusión mediante un dardo de llama que funde roca y mineral extremadamente duro como la taconita. (Exsa, 2018)

1.4.2 Tipos de perforación

1.4.2.1 Perforación manual

Se realiza mediante el empleo de un barreno usado con la finalidad de facilitar su extracción y rotación. El barreno es sostenido por el ayudante, mientras que el otro golpea con una comba, luego se hace girar un cierto ángulo para proseguir con el proceso de perforación. Este proceso también lo realiza una sola persona, dentro de la minería artesanal. (Seguridad Minera, 2016)

1.4.2.2 Perforación neumática

Se realiza mediante el empleo de una perforadora convencional. Se usa como energía el aire comprimido para realizar huecos de diámetro pequeño con los barrenos integrales que poseen una punta de bisel (cincel), que se encarga de triturar la roca al interior del taladro. En cada golpe que la perforadora da al barreno y mediante el giro

automático hace que la roca sea rota en un círculo que corresponde a su diámetro; produciéndose así un taladro. (Seguridad Minera, 2016)

1.4.2.3 Perforación eléctrica

Se realiza empleando energía eléctrica, que un generador lo provee y para ello se emplea una perforadora con un barreno helicoidal, que puede realizar taladros de hasta 90 cm de longitud. El problema principal es el sostenimiento de la perforadora para mantenerla fija en la posición de la perforación. (Seguridad Minera, 2016)

1.4.2.4 Perforación hidráulica

Se realiza mediante el empleo de equipos altamente sofisticados, robotizados, de gran capacidad de avance y performance. Utiliza la energía hidráulica para la transmisión, control de fuerzas y movimientos en la perforación. Además, cuenta con un tablero de control computarizado, equipado con un software de perforación donde se grafica el trazo de perforación requerido. La gran ventaja de estos equipos es su gran precisión y paralelismo en la perforación. Por su gran rendimiento, es requerido por la gran minería. (Seguridad Minera, 2016)

1.4.3 Tipos de perforadoras convencionales neumáticas

1.4.3.1 Jack Leg

Perforadora con barra de avance que puede ser usada para realizar taladros horizontales e inclinados. Se usa mayormente para la construcción de galerías, subniveles y rampas. Utiliza una barra de avance para sostener la perforadora y proporcionar comodidad de manipulación al perforista. (Seguridad Minera, 2016)

1.4.3.2 Jack Hamer

Perforadoras usadas para la construcción de piques, realizando la perforación vertical o inclinada hacia abajo. El avance se da mediante el peso propio de la perforadora. (Seguridad Minera, 2016)

1.4.3.3 Stoper

Perforadora que se emplea para la construcción de chimeneas y tajeado en labores de explotación (perforación vertical hacia arriba). Está constituido por un equipo

perforador adosado a la barra de avance que hace una unidad sólida y compacta. (Seguridad Minera, 2016)

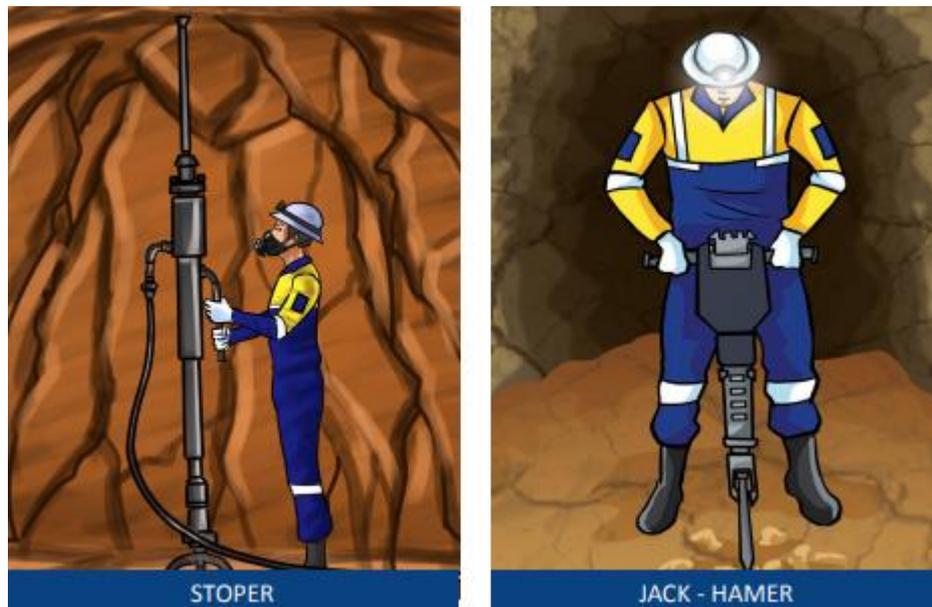


Ilustración 4. Tipos de Perforadoras.

Fuente: (CETEMIN, 2014)

La tronadura es la operación que 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 la caja de la labor minera. (Sonami, 2014)

Las voladuras en obras subterráneas tienen en común que las voladuras son mucho más confinadas que en voladuras a cielo abierto, ya que la cara libre de la misma es mucho menor y el movimiento y fragmentación de la roca se tiene que realizar de una forma mucho más restringida, lo que implica que el consumo específico de la misma sea más elevado que en voladuras a cielo abierto. Además, para lograr una fragmentación tal que sea posible una carga y transporte adecuado, la distribución de carga en toda la voladura debe ser lo más homogénea posible. Esto hace necesario que el explosivo se reparta en pequeñas cantidades, en barrenos de pequeño diámetro, comparado con los diseños de voladuras de superficie. (Bernaola, 2013)

Por este motivo, el diseño de voladuras de avances de túneles y galerías difiere mucho de los cálculos que se realizan en voladuras a cielo abierto. Del mismo modo, las

dimensiones de los explosivos encartuchados se adaptan a tales diseños de voladura. Únicamente en voladuras en cavernas y en voladuras de producción en minería subterránea se crean huecos tales que las voladuras de obras subterráneas se asemejan en gran medida a voladuras a cielo abierto, y las teorías de voladura en banco son totalmente aplicables. Por este motivo, los contenidos aquí presentados son aplicables a diversidad tipología de obras subterráneas como son las voladuras de avance de túneles, galerías, pozos y cavernas. En voladuras de interior, se diferencian los barrenos en función de la posición que ocupan en la voladura, además de tener cada uno una misión diferente. Se diferencian los siguientes grupos de barrenos, enumerados de acuerdo a la secuencia de encendido: (Bernaola, 2013)

Cuele: es un grupo de barrenos muy cercanos entre sí que tienen como misión la creación de una cara libre inicial en una zona más o menos centrada en la voladura. Suele componerse de barrenos cargados, junto con uno o varios barrenos de mayor diámetro que se dejan vacíos. Suele tener unas dimensiones aproximadas de un cuadrado de un metro de lado. En ciertos casos pueden tener mayor carga que los demás barrenos. (Bernaola, 2013)

Contracuele: son aquellos barrenos que rodean al cuele y tienen la misión de incrementar la cara libre para facilitar el desplazamiento del resto de la voladura.

Destroza: son los barrenos que al detonar fragmentan y desplazan la roca volada hacia la cara libre generada por el cuele y contracuele. (Bernaola, 2013)

Contorno: son los barrenos que se sitúan en el perímetro de la voladura, teniendo como misión el de perfilar el contorno de la excavación adecuándose al diseño proyectado. Se diseñan como una voladura de contorno a cielo abierto. Su carga suele ser menor que el resto, usándose cordón detonante de alto gramaje, solo o en combinación de cartuchos de explosivo de pequeño calibre. (Bernaola, 2013)

Zapateras: Son los barrenos que se sitúan en el piso de la voladura. Su misión es la de conformar el suelo de la excavación. Como se disparan en último lugar suelen estar

sobrecargados, porque deben levantar todo el material volado previamente y que se ha depositado encima. (Bernaola, 2013)

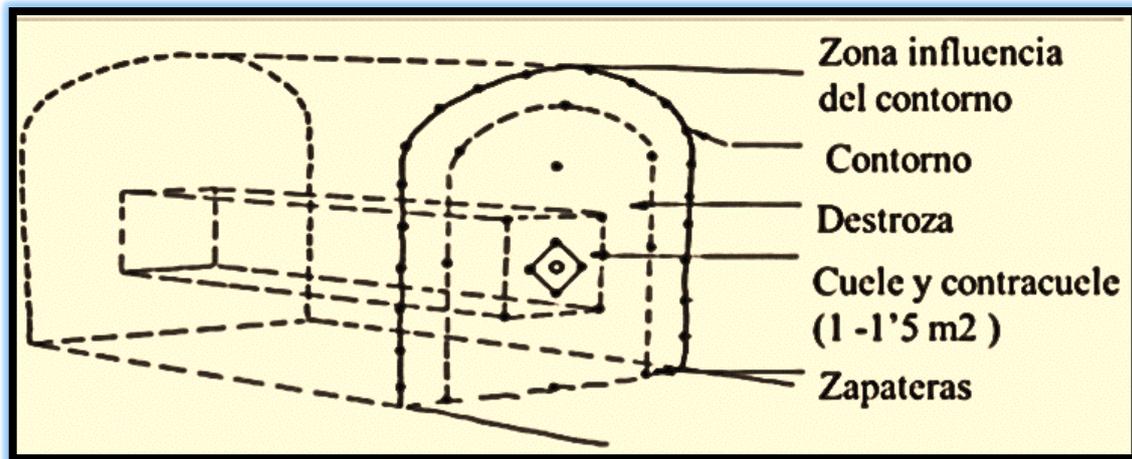


Ilustración 5. Grupos de Barrenos.

Fuente: (Bernaola, 2013)

1.4.3.4 Secuencia de encendido

Como ya se ha mencionado, la secuencia de encendido debe ser aquella que vaya creando progresivamente caras libres para facilitar la detonación de los siguientes barrenos. De este modo, y como el confinamiento en voladuras de interior es mucho mayor que en cielo abierto, la secuencia de disparo seguirá un orden en función de la posición y la carga de los barrenos (o grupos de barrenos) conformados. Así, primeramente, deberá iniciarse los barrenos de cuele, los cuales tienen la ayuda de la cara libre creada artificialmente por medio de uno o varios barrenos vacíos. Después deberán iniciarse los barrenos de contracuele, después de que se haya creado cara libre una vez se ha desplazado la roca que formaba el cuele. Seguidamente se dispararán los barrenos de destroza, que son los que poseen una mayor cara libre debido al hueco ya creado por cuele y contracuele. Después deberán iniciarse los barrenos de contorno, diseñados en forma de voladura de recorte. Por último, se iniciarán las zapateras, que establecerán el nivel del piso proyectado. (Bernaola, 2013)

1.4.3.5 Secuencia de Iniciación de Voladuras Subterráneas

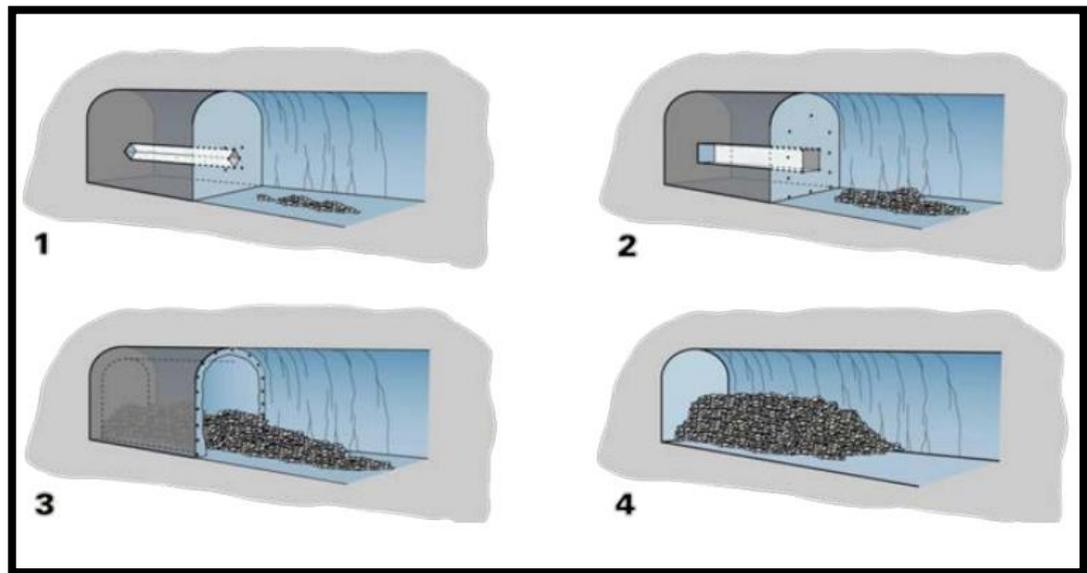


Ilustración 6. Secuencia de Iniciación de Voladuras Subterráneas.

Fuente: (Bernaola, 2013)

1.4.4 Carguío y transporte

El acarreo y carguío es parte del proceso de retirar el material volado del frente Trabajo hacia un equipo de transporte, para poderlo transportar adecuadamente a su lugar de destino (planta, botadero, stock). (Izan, 2018)

Alternativamente estos equipos de carguío pueden depositar directamente el Material removido en un punto definido. En minería superficial como en minería subterránea se realiza este proceso. (Izan, 2018)

La etapa de carguío y transporte corresponde a la extracción y desplazamiento del material previamente fragmentado de la frente de trabajo. Este material puede ser:

- Mineral que será tratado en la planta.
- Mineral de baja ley que será depositado en stock para su posterior tratamiento.
- Lastre que se está removiendo para acceder al mineral (durante desarrollos, por ejemplo). • En algunos casos, el material es directamente el producto comercial (carbón, fosfatos, minerales industriales).

Existe una serie de propiedades físicas que son relevantes para el manejo de materiales:

- Abrasión
- Adhesión

- Cohesión
- Ángulo de reposo
- Compresibilidad
- Densidad del material
- Densidad de las partículas
- Friabilidad
- Contenido de humedad
- Higroscopicidad
- Tamaño de fragmentos
- Forma de fragmentos
- Razón de esponjamiento

El carguío y transporte queda definido por el requerimiento de producción, dado por el plan minero (ton/año). (Ortiz J. , 2015)

Distintas combinaciones de equipos y secuencias de operación pueden satisfacer el requerimiento de producción. (Ortiz J. , 2015)

Los principales factores en la definición de los equipos para realizar esta labor son:

- Capacidad de los equipos
- Tiempo requerido para completar un ciclo de operación

1.4.4.1 Características del carguío y transporte

Dentro de los procesos productivos de mayor costo se encuentra el carguío y transporte de material, debido a que:

- Es el proceso con mayor cantidad de equipos involucrados.
 - Alto grado de mecanización.
 - Menor rendimiento productivo por equipo.
 - Constituye un proceso de operación prácticamente continuo y lento.
- (Seguridad Minera, 2017)

1.4.4.2 Clasificación de equipos de carguío y transporte

Los equipos se clasifican según la función que pueden satisfacer. Es así como se distingue entre equipos de carguío, equipos de transporte y equipos mixtos. Los primeros

realizan principalmente la labor de carga del material desde la frente de trabajo hacia un equipo de transporte que llevará el material a un determinado destino (planta, botadero, stock). Alternativamente, estos equipos de carguío pueden depositar directamente el material removido en un punto definido. Este es el caso de las dragadoras en minería de carbón, donde el equipo remueve la sobrecarga y la utiliza para construir la superficie sobre la cual se emplazará en un futuro cercano. Los equipos de carguío pueden separarse a su vez en unidades discretas de carguío, como es el caso de palas y cargadores, o bien, como equipos de carguío de flujo continuo, como es el caso de excavadores de balde que realizan una operación continua de extracción de material. Otra forma de diferenciar los equipos de carguío considera si éstos se desplazan o no, por lo que se distingue entre equipos sin acarreo (en general su base no se desplaza en cada operación de carguío) y equipos con acarreo mínimo (pueden desplazarse cortas distancias). Los equipos de transporte tienen por principal función desplazar el material extraído por el equipo de carguío hacia un punto de destino definido por el plan minero. Pueden tener un camino fijo como es el caso de trenes que requieren el tendido de líneas férreas, o bien pueden desplazarse libremente por cualquier camino, como es el caso de los camiones. Además, se pueden dividir en unidades discretas, como es el caso de camiones y trenes, o equipos de transporte de flujo continuo. En esta última categoría califican las correas transportadoras, las que pueden trasladar material de granulometría bastante gruesa dentro de la mina. Finalmente, se pueden definir los equipos mixtos, que pueden realizar en una sola operación el carguío y transporte del material. El equipo de mayor interés en esta categoría corresponde al LHD, que es una pala de bajo perfil para minería subterránea, que tiene autonomía para realizar eficientemente traslados de hasta 300 metros de material. (Ortiz J. , 2015)

1.4.4.3 Secuencia

El objetivo del carguío y transporte es retirar el material tronado de la frente y transportarlo adecuadamente a su lugar de destino, lo cual se puede resumir en la siguiente secuencia: (Seguridad Minera, 2017)

- Preparación de la zona de trabajo.
- Posicionamiento de equipos.
- Retirar el material volado desde la frente de trabajo (carguío).
- Traspaso del material al equipo de transporte dispuesto para el traslado.
- Transporte del material a su lugar de destino (planta, acopio, botaderos, etc.).

- Descarga del material.
- Retorno del equipo de transporte al punto de carguío (si es que se requiere su retorno).

La secuencia se cumple hasta que haya sido retirado el material requerido del frente. Este proceso productivo es el más influyente en los costos de operación (45% al 65% del cos-to mina), por lo que es de gran importancia garantizar un ambiente de operación apto para lograr los mejores rendimientos de los equipos involucrados, tanto en la parte física (material, equipos, mantención, disponibilidad e insumos, etc.), como en la parte hu-mana (operadores, mantenedores y jefes de turno, etc.). (Seguridad Minera, 2017)

1.4.4.4 Ciclo del movimiento

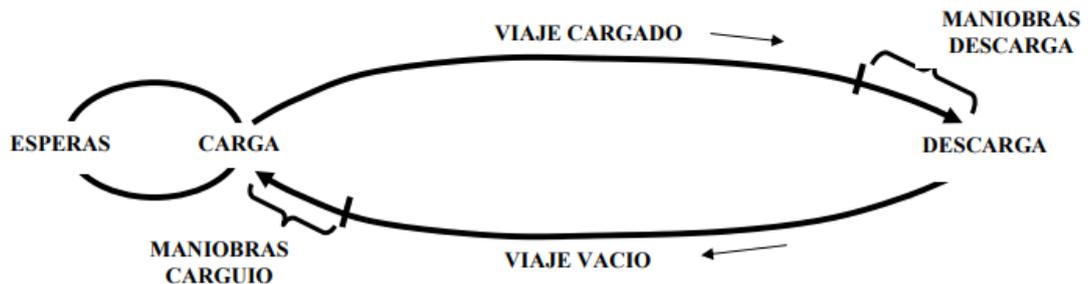


Ilustración 7. Ciclo del Movimiento de Carga y Descarga.

Fuente: (Cruzat, 2008)

El ciclo productivo de cualquier trabajo de movimiento de material, puede ser dividido en cinco componentes.

- a) Carga
- b) Transporte
- c) Descarga
- d) Retorno
- e) Demora

Cada uno de estos componentes consume un cierto porcentaje de tiempo del ciclo total. Los factores que afecten a los mismos, determinaran el tiempo de cada componente.

1.4.4.5 Factores que intervienen en el carguío y transporte

Factores de Carga

- a. Dimensión y tipo del equipo de carguío.
- b. Tipo y condición del material a cargarse.
- c. Capacidad de la unidad.
- d. Habilidad del operador de la carga.

Factores de Transporte

- a. Distancia de transporte.
- b. Condición del camino de transporte.
- c. Pendientes.
- d. Factores diversos que afecten la velocidad del transporte.

Factores de Descarga

- a. Destino del material.
- b. Condición del área de descarga.
- c. Tipo y maniobrabilidad de la unidad de transporte.
- d. Tipo y condición del material.

Factores de Retorno

- a. Condición de retorno
- b. Condición del camino de transporte
- c. Pendientes
- d. Factores diversos que afecten la velocidad del retorno.

Factores de Ubicación

- a. Maniobrabilidad de la unidad
- b. Área de maniobras disponible
- c. Tipo de equipo de carguío
- d. Ubicación del equipo de carguío

Factores de Demora

- a. Tiempo consumido en la espera por la unidad de carguío.
- b. Tiempo consumido en la espera de descargar en el destino.

1.4.5 Operaciones auxiliares

1.4.5.1 Ventilación

La ventilación de una mina consiste en el proceso de hacer pasar un flujo de aire considerable y necesario para crear las condiciones óptimas para que los trabajadores se encuentren en una atmósfera agradable, limpia y sin gases. La ventilación se realiza estableciendo un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores. Para ello es indispensable que la mina tenga dos labores de acceso independientes: dos pozos, dos socavones, un pozo y un socavón. En las labores que sólo tienen un acceso (por ejemplo, una galería en avance) es necesario ventilar con ayuda de una tubería. La tubería se coloca entre la entrada a la labor y el final de la labor. Esta ventilación se conoce como secundaria, diferente a la que recorre toda la mina que se conoce como principal. Necesidad de la ventilación. Es necesario establecer una circulación de aire dentro de una mina subterránea por las siguientes razones:

- Se debe asegurar un contenido mínimo de oxígeno en la atmósfera de la mina para permitir la respiración de las personas que trabajan en su interior
- Se requiere diluir los gases, los cuales pueden ser tóxicos, asfixiantes y/o explosivos por debajo de los valores límites permisibles legales establecidos en el país
- Se hace necesario ventilar la mina para climatizarla, a medida que aumenta la profundidad de la misma, la temperatura aumenta, adicionalmente, los equipos y máquinas presentes en el interior contribuyen a elevar la temperatura del aire
- Se requiere que los frentes de trabajo tengan un confort térmico, que permita que el trabajador labore en condiciones óptimas de rendimiento y seguridad. (Positiva, 2017)

El control de la atmosfera en una mina es el aspecto más vital de operación ya que influye en la:

- Salud de las personas
- Productividad por condiciones atmosféricas más confortables para el trabajo humano.

La ventilación de minas es la herramienta más versátil de control atmosférico. (Positiva, 2017)

Atmósfera minera

La atmósfera de la mina debe tener una composición, temperatura, grado de humedad, entre otros, óptimos para desarrollar una labor con seguridad, salud y que se obtengan altos rendimientos de los trabajadores.

Aire en las minas

El aire atmosférico normal (seco) está compuesto por:

- N₂ 78% Vol.
- O₂ 20.86 Vol. (21%)
- CO₂ 0.20% Vol.
- Argón 0.93% Vol.
- Otros gases 0.01% Vol.

Otras impurezas que contiene el aire provienen de:

- Humos y gases de voladura
- Gases de las mismas formaciones geológicas
- Polvo de las labores mineras

Los principales contaminantes de la atmosfera minera son:

- CO Monóxido de Carbono
- CO₂ Gas Carbónico
- CH₄ Metano
- H₂S Ácido Sulfhídrico
- NO -NO₂ Gases Nitrosos
- SO₂ Anhídrido Sulfuroso
- Polvos de Roca
- Radón y minerales radiactivos

Clasificación de gases

- a. **Gases Asfixiantes:** Producen una disminución de oxígeno en el aire, debido a que ocupan el volumen de éste en la atmósfera del lugar.
- b. **Gases Tóxicos:** Provocan una disminución de oxígeno, penetrando a los pulmones y luego al resto del organismo.

- c. **Gases Explosivos:** Producen efectos nocivos, tales como intoxicación, envenenamiento, destrucción de los tejidos, alteración de órganos y en última instancia la MUERTE; gases que mezclados con el aire producen en presencia de un iniciador (chispa) una explosión.

Métodos de ventilación

Ventilación natural

Sistema de ventilación que tiene dos accesos, uno que funciona como entrada y el otro como salida del aire; se emplea en las labores mineras subterráneas, principalmente las localizadas en montañas, que se consigue por diferencia de cota, sin utilizar ninguna clase de equipo mecánico o eléctrico como ventiladores y extractores. La única fuerza natural que puede crear y mantener un flujo apreciable de aire es la energía térmica, debido a la diferencia de temperatura y presión barométrica que genera una diferencia de peso específico entre el aire saliente y entrante. La ventilación natural depende de la diferencia de elevación entre la superficie y las labores mineras subterráneas; la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la labor (a mayor diferencia, mayor presión y por lo tanto es mayor el flujo). La ventilación natural es muy cambiante, depende de la época del año, incluso en algunos casos, de la noche y el día. Se denomina así porque el aire que recorre las labores mineras no es forzado ni se utilizan equipos para que el aire entre a la excavación minera. (Positiva, 2017)

Ventilación auxiliar

Como ventilación auxiliar se define aquellos sistemas que haciendo uso de ductos y ventiladores auxiliares, ventilan áreas restringidas de las minas subterráneas. En nuestro caso por tratarse de faenas mineras de bajo tonelaje este sistema se asocia como sistema de Ventilación Principal de la Mina. (Sernageomin, 2015)

El objetivo de la ventilación es mantener las galerías en desarrollo y frentes de explotación, con un ambiente adecuado para el buen desempeño de hombres y máquinas, es decir, con un nivel de contaminación ambiental bajo las concentraciones máximas permitidas (Sernageomin, 2015)

Los frentes de explotación o desarrollo que se encuentren distante de la corriente y la aireación de dicho sitio se hagan lenta, deben emplearse ductos u otros medios

auxiliares adecuados a fin que se produzca la renovación continua del aire. (Sernageomin, 2015)

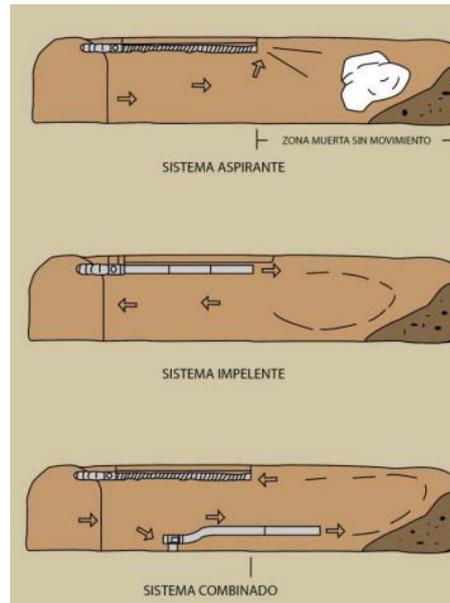


Ilustración 8. Ventilación Auxiliar.

Fuente: (Sernageomin, 2015)

Ventilación principal

La ventilación en una mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos. La ventilación se realiza estableciendo un circuito de ventilación, para la circulación del aire a través de todas las labores. La ventilación principal de la mina es la que recorre todas las labores mineras y de ese circuito se desprende la ventilación a los frentes de trabajo de la mina. (Positiva, 2017)

El caudal de aire que circule por la mina dependerá del número de trabajadores, la extensión y sección de las labores, el tipo de maquinarias de combustión interna y las emanaciones de gases naturales de la mina. (Positiva, 2017)

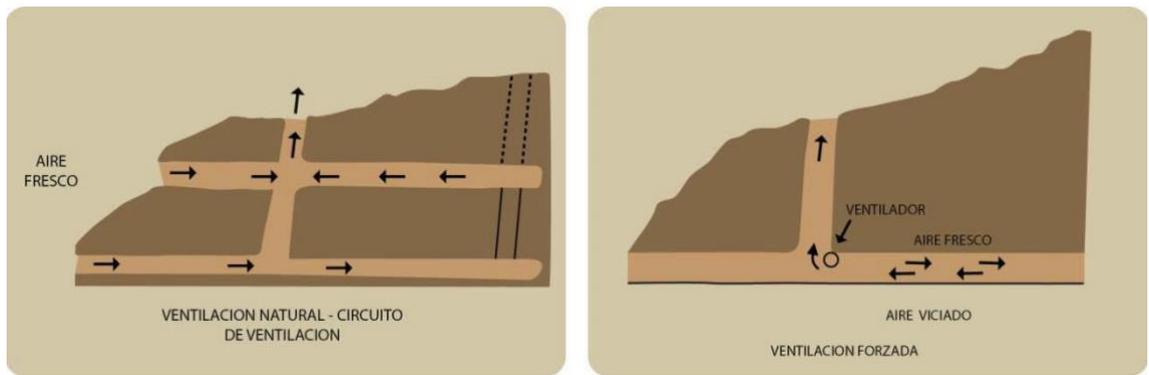


Ilustración 9. Ventilación Principal.

Fuente: (Sernageomin, 2015)

1.4.6 Desagüe de minas

Las aguas subterráneas tienen como origen la filtración de aguas superficiales que penetran a través de estratos porosos y circulan lentamente, tanto en sentido lateral como descendente, hasta alcanzar la zona de equilibrio o de fuentes profundas. Las aguas de origen profundo ascienden hasta fluir en superficie o hasta alcanzar una superficie de equilibrio que detenga al movimiento ascensional. En las labores mineras realizadas por encima del nivel freático, las aguas no suelen encontrarse más que en forma esporádica e incidental, pero cuando las labores penetran por debajo del nivel freático, es posible contar con un movimiento general del agua hacia las labores. (Flores, 2012)

1.4.6.1 Cunetas de desagüe y diques

Las cunetas deben tener cierta pendiente. Su sección debe ser tanto más grande cuanto mayor sea el caudal del agua, y el nivel del agua en la cuneta ha de estar por lo menos 10 centímetros por debajo del piso. Desvío de las Aguas e Impermeabilización del terreno
 Cuando la perforación de túneles tropieza con grandes caudales de aguas subterráneas, en ocasiones se llega a desviar el túnel para evitar el área peligrosa. Otro método consiste en cortar el paso a las aguas inyectando una lechada de cemento a través de sondajes perforados desde la galería, con ángulos variables, para cortar las vías de agua. Cuando se conoce la existencia de zonas acuíferas en las inmediaciones de las labores, el acceso se traza en lo posible de manera que se eviten dichas áreas; cuando se sabe de antemano que se han de cortar dichas zonas peligrosas, se preparan diques y compuertas resistentes a la presión, para dominar estos flujos. Por delante de los frentes se perforan taladros para determinar la posición de los cursos de agua. (Flores, 2012)

1.4.6.2 Desagüe con vasijas

Los pequeños caudales de agua que suelen encontrarse en las labores de prospección e investigación, se extraen frecuentemente por medio de vasijas. Se dejan acumular las aguas en las salientes del pozo y se dedica al desagüe una parte del tiempo de operación. (Flores, 2012)

1.4.6.3 Desagüe con bombas

Las aguas que se encuentran a nivel inferior a los drenajes por gravedad, se recogen en depósitos recolectores para luego ser evacuados por medio de bombas. Los puntos de drenaje se distribuyen en lugares convenientes y las cámaras de bombas se sitúan próximas a los pozos. Bombas auxiliares desaguan en canales que conducen las aguas a los depósitos colectores. Se utilizan canales y tuberías. En minas profundas las aguas se bombean por etapas que van de 150 a 600 metros y aún superiores a 900 metros. Grandes alturas de impulsión representan grandes presiones, que obligan a emplear bombas, así como accesorios especiales. Reducir la altura de impulsión exige el uso de bombeo en serie. (Flores, 2012)

1.4.7 Vía férrea o camino

El sistema de transporte mediante los rieles consta de varios componentes, las cuales deben estar debidamente diseñadas y dimensionadas, ya que un mal diseño traerá muchas consecuencias desfavorables y pérdida de tiempos, dentro de estos componentes se tienen:

1.4.7.1 Plataforma

La plataforma es la base donde se construye el camino de vía férrea. En cada punto de la vía la plataforma viene definida por el perfil transversal y constituye el primer elemento de resistencia en el camino, si instalamos una vía después de realizar la voladura, está traerá problemas en lo futuro. (Paye, 2020)

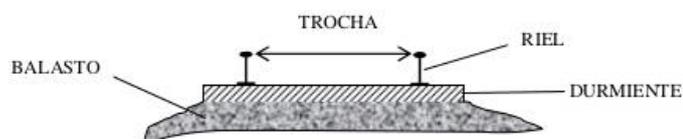


Ilustración 10. Componentes de una Vía.

Fuente: (Fundamentos de Ingeniería., 2012)

La plataforma es la superficie de terreno que se ofrece para que sobre ella se coloque la superestructura. Su anchura depende, como es natural, de que se establezca una o más vías, y del ancho de estas, esta superficie de plataforma tiene cierta inclinación transversal, a una o dos aguas para el debido saneamiento, es decir con inclinación para el drenaje, inclinación que suele ser de 3 %. En caso de terrenos muy húmedos y arcillosos, el saneamiento tiene que ser especial, utilizando carbonilla, arena, piedras gruesas, placas de hormigón y aun tubos de drenaje. Recientemente se ha empleado para algunos de estos casos, y en vía ya establecida, inyecciones de cemento, en forma parecida a lo que se utiliza para reforzar la cimentación de las construcciones. (AHM, 2008)

1.4.7.2 Durmientes

Uno de los elementos principales en donde van fijado los rieles son las durmientes, estas soportan los rieles y los conservan a distancias previamente diseñadas, así mismo transmiten la presión a la capa de balasto, los durmientes pueden ser de madera, metálicos, o de hormigón armado. No se precisa, sin embargo, una sección perfectamente escuadrada, sino que la cara inferior sea plana y la superior ofrezca también una superficie plana de al menos 21 cm. de ancho, que servirá de asiento para el patín del riel. (Paye, 2020)

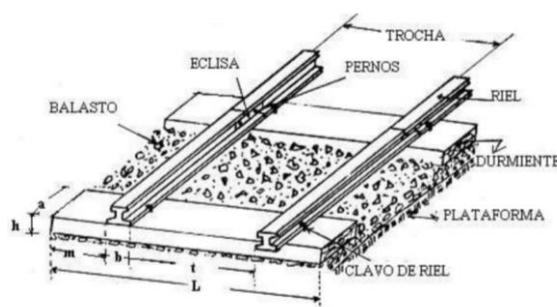


Ilustración 11. Componentes y Accesorios.

Fuente: (Paye, 2020)

1.4.7.3 Riel

Es el elemento principal de una línea de cauville, cuyo peso es de 30 libras/yarda, instalados perpendicularmente sobre los durmientes.

Componentes del riel:

Cabeza del Riel: Porción superior del riel sobre la cual se apoyan las ruedas de los vehículos ferroviarios.

Alma del Riel: Porción intermedia del riel que une su cabeza con su zapata.

Zapata o Patín del Riel: Porción inferior del riel mediante la cual éste se apoya en los durmientes directa o indirectamente. (Paye, 2020)

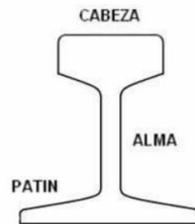


Ilustración 12. Partes del Riel.

Fuente: (Paye, 2020)

1.5 Costos unitarios en la explotación de minería subterránea del oro

1.5.1 Costo total y costo unitario

El costo total está compuesto por el total de costos acumulados por un objeto de costos.

El costo unitario es el resultado de dividir el costo total entre el número de unidades que conforman el objeto de costos. Estas unidades pueden ser expresadas en varias formas. (Udolkín, 2014)

El costo unitario es el valor promedio que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad del producto. (Valenzuela, 2014)

1.5.2 Costos

Se define como un sacrificio de recursos que se asigna para lograr un objetivo específico. Un costo por lo general se mide como la cantidad monetaria que debe pagarse para adquirir bienes o servicios. (Horngren, 2012)

1.5.3 Estructura de costos de producción de una unidad minera

Los costos de operaciones mineras, se traducen en un concepto de gasto monetario, esto es, mide las operaciones mineras metalúrgicas, en términos de dinero. La unidad con que se expresan los costos de operaciones mineras es el dólar (\$) se trata

de un valor en dólares americanos por toneladas. (División de Recursos Naturales e Infraestructura., 2006)

1.5.3 Costos conjuntos en los procesos mineros

Las compañías mineras en el proceso de extracción, pueden obtener diversos materiales como, por ejemplo: Oro, plata, cobre, plomo, etc., por ende, deben aplicar los costos conjuntos para asignar los costos.

Los costos conjuntos es otra variante de los costos por procesos y analiza las situaciones en la que dos o más productos se fabrican en conjunto a partir de un solo grupo de registros de costos, que no pueden identificarse o relacionarse fácilmente con los productos individuales. En tales casos, debe emplearse algún método para asignar los costos totales entre los productos principales. De otra manera, no se pueden determinar costos unitarios de productos ni tampoco medir los ingresos del periodo.

Cuando dos o más productos de una misma materia prima o proceso o de varias materias primas y procesos, se les conoce como producto principal y subproducto. La determinación de si dos productos que resultan de los mismos costos deben clasificarse como producto principal o subproducto, depende principalmente de los objetivos y políticas de la gerencia.

Generalmente, la diferenciación entre un producto principal y un sub producto tiende a basarse en las ventas relativas del producto. Aplicando este criterio, si los ingresos de cada uno de los productos son casi iguales en cantidad o al menos importante en relación con los ingresos totales, se les trata como productos equivalentes. Si, por otra parte, los ingresos de un producto se deben clasificar como un subproducto. En términos del criterio de las ventas relativas, es posible que, en un momento determinado, un subproducto se convierta en un producto principal y viceversa. (División de Recursos Naturales e Infraestructura., 2006)

1.5.4 Análisis de costos unitarios

La integración del precio unitario, sirve para clasificar, describir y analizar el concepto de trabajo, con el propósito de conformar el catálogo de conceptos de obra, a partir de esto, se integrará el precio unitario como medida de pago del concepto de trabajo.

La integración del precio unitario se determina por los costos directos (costo real de la obra), y el factor de sobre costo (costos indirectos, financiamiento, utilidad y cargos adicionales), una vez, obtenidos todos los montos de los conceptos de trabajo se obtiene el presupuesto de obra. (Valenzuela , 2014)

1.5.5 Análisis económico de la actividad minera

Dentro del desarrollo de la actividad minera, así como dentro de otras actividades empresariales, se predisponen dos aspectos de fundamentación económicos, por un lado, tenemos los ingresos económicos generados por la comercialización de los productos accesibles a los mercados de compra y venta de los minerales, y por otro lado, los gastos generados por el proceso minero – metalúrgico, que se pueden diversificar en costos operativos y costos productivos.

El análisis de ingresos, es propio de cada producto que es puesto al mercado para su comercialización, en el presente caso lo sustentaremos a la comercialización de productos minero metálicos, para lo cual se recurren a dos aspectos fundamentales: el aspecto técnico que consiste en elaborar adecuada y cuidadosamente el Balance Metalúrgico del mineral procesado, obtenido este del beneficiado de los minerales, por cualquiera de los métodos utilizados (separación gravimétrica, flotación, hidrometalurgia, etc.), además de la consideración de la presencia cualitativa y cuantitativa de los elementos metálicos penalizables, y el aspecto de valorización económica de los productos obtenidos, sustentados bajo estándares establecidos y corroborados por los contratos bipartitos contraídos entre el productor y el comprador.

En lo referente a los egresos económicos, se predisponen los costos de operación, que bajo los lineamientos establecidos en la presente publicación corresponden a los generados por las operaciones de minado, ya sean operaciones unitarias y operaciones auxiliares; las operaciones metalúrgicas extractivas y/o las de fundición y refinación, y las actividades de transporte. Por otro lado, se consigan los costos productivos, que son aquellos que involucran todos los rubros para un desarrollo empresarial sostenido, incluyendo los costos operacionales. (Ruiz, 2015)

1.5.6 Depreciación

La depreciación viene a representar la pérdida económica de un bien por el paso del tiempo. También se podría definir como el costo que se consigna por la posesión de un bien en relación con el tiempo de su tenencia.

Por lo expuesto la depreciación generará dos valores económicos durante el horizonte de vida del bien adquirido: a) El costo que representa la pérdida de su valor de adquisición, y b) El valor del bien, durante su vida útil, mientras no alcance su depreciación final. Muchos bienes, inclusive culminada su vida útil, tienen un valor remanente denominado valor de rescate. (Ruiz, 2015)

1.5.7 Elementos del costo

Para fabricar uno o varios productos o generar servicios será necesario adquirir y poner a disposición del proceso productivo tres elementos consustanciales vinculados entre sí, que se describen a continuación:

- **Materiales o Materias Primas.** Constituyen todos los bienes, se encuentren en estado natural o no, requeridos para la fabricación de artículos que serán algo o muy diferente al de los materiales utilizados.
- **Fuerza Laboral (mano de obra).** Se denomina a la fuerza creativa del ser humano, puede ser físico o intelectual, requerido para transformar los materiales con ayuda de máquinas, equipos y tecnología.
- **Otros Insumos (costos generales de fábrica).** Constituyen aquellos bienes complementarios y servicios indispensables para generar un artículo o producto inmaterial, conforme fue concebido originalmente. (Zapata , 2015)

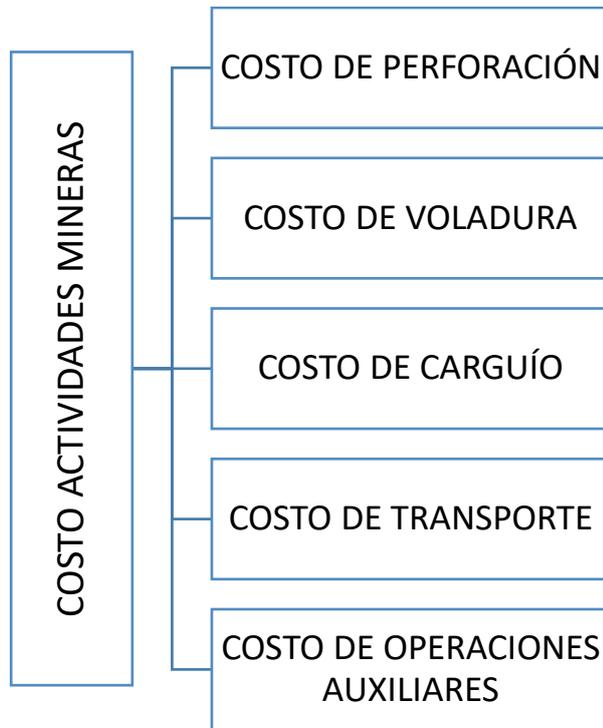


Ilustración 13. Esquema de Costos.

Fuente: Autor.

CAPÍTULO II

COSTOS Y GASTOS EN PEQUEÑA MINERÍA SUBTERRÁNEA

2.1 Estructura de costos y gastos

2.1.1 Costos directos

Los costos directos, variables u operativos, son aquellos que tienen relación con la producción de la mina.

2.1.2 Costos indirectos

Los costos indirectos, fijos o no operativos, son aquellos que no tienen relación con la producción de la mina, pero son necesarios para determinar el precio del mineral, en este caso el oro.

2.2 Clasificación de costos y gastos de producción

Para el análisis se toma en cuenta los costos directos que se involucran en todo el proceso de extracción del material (mineral y estéril), para determinar su costo de producción. Estos costos directos son:

- Sueldos
- Insumos
- Depreciaciones

2.2.1 Sueldos

- Alimentación
- Sueldos Interior Mina
- Sueldos Superficie
- Sueldos Administrativos.

2.2.2 Insumos

- Insumos de perforación
- Repuestos de perforadoras
- Explosivos
- Herramientas
- Insumos de cargadora y locomotora.
- Repuestos de cargadora y locomotora.
- Insumos de mantenimientos de instalaciones.
- Insumos en general.
- EPP (Equipo de protección familiar)
- Energía Eléctrica.

2.2.3 Depreciación

Desgaste o valor que sufrieron los equipos e instalaciones por el uso que les da.

- Depreciación de perforadoras.
- Depreciación de equipo de carga.
- Depreciación de equipo de transporte.
- Depreciación de equipos.
- Depreciación de línea de aire.

2.3 Diagnóstico y análisis de los costos de producción

Para el análisis de los costos de producción, se tomará en cuenta sus principales variables, realizando agrupamiento de los sueldos, insumos y depreciaciones de los equipos e instalaciones, por medio de estas variables realizaremos el análisis de los costos de producción por tonelada, el periodo de análisis fueron 90 días lo que corresponde a los meses de diciembre (2020), enero y febrero (2021), en este periodo se recopiló la información que se presenta a continuación.

2.3.1 Sueldos

- Alimentación

Una sociedad minera tiene aproximadamente un total 253 trabajadores, de los cuales 161 son los trabajadores que se encuentran en interior mina y

superficie que son los que actúan directamente en el ciclo de minado. Los costos de alimentación vienen a ser variables. Se tiene un promedio diario de \$2 por trabajador. A continuación, se presenta una tabla de los costos mensuales.

Mes	Costo Mensual
Diciembre	\$ 10.005,02
Enero	\$ 9.682,27
Febrero	\$ 9.036,79
Subtotal	\$ 28.724,08

Tabla 1. Costos de Alimentación.

Fuente: Autor.

- **Sueldos Interior Mina**

La empresa en interior mina cuenta con 145 trabajadores, los cuales se distribuyen en diferentes zonas o áreas, en la siguiente tabla se indica el sueldo de cada trabajador, con los beneficios sociales que cuentan.

Sueldos Interior Mina								
Cargo	Cant.	Salario	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	IESS		Vacaciones	Neto
					Personal	Patronal		
Jefe de Mina	1	\$ 2.000,00	\$ 166,67	\$ 33,33333333	\$ 189,00	\$ 223,00	\$ 83,33	\$ 2.506,33
Supervisor de Operaciones	3	\$ 700,00	\$ 58,33	\$ 33,33333333	\$ 66,15	\$ 78,05	\$ 29,17	\$ 2.696,65
Supervisor (Capataz)	6	\$ 1.000,00	\$ 83,33	\$ 33,33333333	\$ 94,50	\$ 111,50	\$ 41,67	\$ 7.619,00
Monitor de Seguridad	4	\$ 600,00	\$ 50,00	\$ 33,33333333	\$ 56,70	\$ 66,90	\$ 25,00	\$ 3.100,93
Perforista	9	\$ 700,00	\$ 58,33	\$ 33,33333333	\$ 66,15	\$ 78,05	\$ 29,17	\$ 8.089,95
Ayudante perforista	51	\$ 550,00	\$ 45,83	\$ 33,33333333	\$ 51,98	\$ 61,33	\$ 22,92	\$ 36.383,83
Ayudante de Mina	53	\$ 500,00	\$ 41,67	\$ 33,33333333	\$ 47,25	\$ 55,75	\$ 20,83	\$ 34.533,92
Operador de Mina	18	\$ 550,00	\$ 45,83	\$ 33,33333333	\$ 51,98	\$ 61,33	\$ 22,92	\$ 12.841,35
							Subtotal Mensual	\$107.771,96
TOTAL	145						Subtotal Trimestral	\$323.315,88

Tabla 2. Costos Sueldos Interior Mina.

Fuente: Autor.

- Sueldos Exterior Mina

La empresa en el exterior mina cuenta con 16 trabajadores, los cuales se distribuyen en diferentes zonas o áreas, en la siguiente tabla se indica el sueldo de cada trabajador, con los beneficios sociales que cuentan.

Sueldos Exterior Mina								
Cargo	Cant.	Salario	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	IESS		Vacaciones	Neto
					Personal	Patronal		
Mecánico	8	\$ 600,00	\$ 50,00	33,33333333	\$ 56,70	\$ 66,90	\$ 25,00	\$ 6.201,87
Mecánico Eléctrico	3	\$ 700,00	\$ 58,33	33,33333333	\$ 66,15	\$ 78,05	\$ 29,17	\$ 2.696,65
Polvorineros	2	\$ 500,00	\$ 41,67	33,33333333	\$ 47,25	\$ 55,75	\$ 20,83	\$ 1.303,17
Guardia (Boca mina)	2	\$ 400,00	\$ 33,33	33,33333333	\$ 37,80	\$ 44,60	\$ 16,67	\$ 1.055,87
Bodeguero	1	\$ 500,00	\$ 41,67	33,33333333	\$ 47,25	\$ 55,75	\$ 20,83	\$ 651,58
							Subtotal Mensual	\$ 11.909,13
TOTAL	16						Subtotal Trimestral	\$ 35.727,40

Tabla 3. Costos de Sueldos Interior Mina.

Fuente: Autor.

2.3.2 Insumos

- Insumos de perforación

En la siguiente tabla se encuentra detallado los insumos de perforación que se utilizaron en el periodo de análisis, los insumos son de acuerdo al registro de salida de bodega.

Insumos de perforación				
Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad	Costo Total
Aceite	Caneca	374	\$ 12,92	\$ 4.832,08
Alambre Galvanizado N.º 14	Rollos	13	\$ 97,87	\$ 1.272,26
Barras Atlas Copco 1.2	Und.	43	\$ 85,05	\$ 3.657,28
Barras Atlas Copco 1.6	Und.	7	\$ 90,57	\$ 633,96
Barras Atlas Copco 1,8	Und.	275	\$ 112,54	\$ 30.949,33
Brocas Atlas Copco #38	Und.	2045	\$ 25,65	\$ 52.454,25
Brocas Maxdrill #38	Und.	23	\$ 15,99	\$ 367,77
			Subtotal	\$ 94.166,92

Tabla 4. Costos de Insumos de Perforación.

Fuente: Autor.

- Repuestos de perforadoras y pie de avance

En la siguiente tabla se presenta detallado los repuestos de las perforadoras y del pie de avance que fueron necesarias dentro del periodo de análisis.

Repuestos de Perforadoras y Pie de Avance				
Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad	Costo Total
Abrazaderas para Silenciador	Und.	7	\$ 2,36	\$ 16,50
Aguja Externa	Und.	86	\$ 1,90	\$ 163,40
Aguja Interna	Und.	51	\$ 1,95	\$ 99,40
Aleta para simbra	Und.	377	\$ 1,25	\$ 471,25
Arandela Pequeña	Und.	13	\$ 1,50	\$ 19,50
Arandela Trompo	Und.	5	\$ 1,42	\$ 7,11
Bosin/Cabeza	Und.	6	\$ 3,00	\$ 18,00
Bronce Pequeño	Und.	24	\$ 18,40	\$ 441,60
Bronces Grandes	Und.	27	\$ 30,78	\$ 831,06
Buje Válvula Control	Und.	5	\$ 14,93	\$ 74,65
Bujes	Und.	8	\$ 50,35	\$ 402,80
Caucho Grande Varilla	Und.	47	\$ 1,00	\$ 47,00
Caucho Limpiador	Und.	41	\$ 2,50	\$ 102,50

Caucho Manubrio	Und.	17	\$	2,03	\$	34,43
Caucho Org. Válvula	Und.	56	\$	0,50	\$	28,17
Caucho Válvula	Und.	4	\$	1,00	\$	4,00
Caucho/Aguja Interna	Und.	59	\$	1,00	\$	58,76
Caucho/Cabeza	Und.	45	\$	1,51	\$	67,95
Cauchos Redondos Aguja	Und.	25	\$	1,00	\$	25,00
Cauchos Válvula Aire	Und.	117	\$	1,31	\$	153,27
Codos de Agua	Und.	4	\$	10,90	\$	43,60
Hexágonos	Und.	13	\$	14,97	\$	194,55
Flauta Válvula	Und.	25	\$	8,03	\$	200,80
Gatillo	Und.	46	\$	3,32	\$	152,72
Juego P.A.	Und.	115	\$	1,51	\$	173,65
Lubricadora o chancha	Und	8	\$	120,00	\$	960,00
Manguito de guía	Und	9	\$	60,00	\$	540,00
Manubrio Derecho	Und	22	\$	8,30	\$	182,60
Manubrio Izquierdo	Und	42	\$	15,00	\$	629,83
Moquillos Solos	Und	12	\$	20,00	\$	240,00
Original para Armazón	Und	41	\$	0,50	\$	20,50
Original pase de Agua	Und	41	\$	0,50	\$	20,54
Original válvula Agua.	Und	74	\$	0,49	\$	36,04
Original trompe V/AG	Und	30	\$	0,50	\$	15,00
Palanca de Mando Aire	Und	14	\$	10,87	\$	152,18
Pasador de Gatillo	Und	42	\$	1,00	\$	42,00
Perno Bulón	Und	30	\$	2,48	\$	74,40
Perno Lateral sin tuerca	Und	35	\$	6,00	\$	210,00
Pernos Moquillo	Und	31	\$	6,00	\$	186,00
Pines de Rache	Und	10	\$	3,03	\$	30,28
Raches	Und	39	\$	22,72	\$	886,08
Resorte Pin Válvula	Und	16	\$	1,00	\$	15,94
Resorte Válvula	Und	4	\$	1,00	\$	4,00
Resortes Moquillo	Und	39	\$	3,00	\$	117,00
Ring Elástico (Val Agua)	Und	15	\$	1,00	\$	15,00
Silenciadores Genéricos	Und	5	\$	10,90	\$	54,50
Tapa Resorte	Und	10	\$	0,99	\$	9,90
Trompo Perno	Und	5	\$	7,67	\$	38,37
Tuerca perno Lateral	Und	35	\$	2,00	\$	70,00
Tuerca/Cabeza	Und	17	\$	2,48	\$	42,09
Tuercas Moquillo	Und	45	\$	1,00	\$	45,00
Válvula Agua	Und	5	\$	2,63	\$	13,15
Válvula Aire	Und	20	\$	15,00	\$	300,00
Válvula D/Agua	Und	2	\$	11,95	\$	23,90
Perno 3/8" x 1"1/2	Und	4	\$	0,36	\$	1,44
Perno 3/8" x 2"1/2	Und	4	\$	0,42	\$	1,68

Empaque para Aguja	Und	44	\$ 0,70	\$ 30,80
Agarradera P.A.	Und	2	\$ 19,27	\$ 38,54
Simbra	Und	216	\$ 0,71	\$ 153,36
Cabeza Superior	Und	5	\$ 57,15	\$ 285,75
Pistón o Martillo	Und	7	\$ 47,06	\$ 329,41
Selectores 2 posiciones 22 mm	Und	4	\$ 3,39	\$ 13,55
Válvula D/Agua Completa	Und	3	\$ 35,00	\$ 105,00
			Subtotal	\$ 9.765,48

Tabla 5. Costos de Repuestos de Perforadoras y Pie de Avance.

Fuente: Autor.

- Explosivos

En la siguiente tabla se detalla los explosivos e insumos que se ocuparon durante el periodo de análisis.

Explosivos				
Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad	Costo Total
Nitrato	Qq	1251	\$ 17,50	\$ 21.892,50
Emulnor 3000	Caja	107,41	\$ 96,20	\$ 10.332,84
Mecha lenta	Caja	60,3	\$ 860,00	\$ 51.858,00
Papel periódico	Qq	239,01	\$ 26,36	\$ 6.300,30
Fulminante #8	Caja	548,17	\$ 39,00	\$ 21.378,63
Fundas 3x8	Pq.	109,63	\$ 1,50	\$ 164,45
Mecha rápida o Termolito	Caja	600	\$ 0,76	\$ 456,00
			Subtotal	\$112.382,72

Tabla 6. Costo de Explosivos.

Fuente: Autor.

- Herramientas

En la siguiente tabla se detalla las diferentes herramientas que fueron necesarias durante el periodo de análisis.

Herramientas				
Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad	Costo Total
Brujitas	Und.	4	\$ 1,33	\$ 5,32
Cepillo Acero	Und.	2	\$ 2,02	\$ 4,03
Combo 10lb	Und.	1	\$ 28,00	\$ 28,00
Combo 3lb.	Und.	10	\$ 12,35	\$ 123,50
Combo 4lb	Und.	3	\$ 10,30	\$ 30,90

Combo 8lb.	Und.	1	\$ 26,00	\$ 26,00
Cuchillo Peq.	Und.	31	\$ 1,75	\$ 54,25
Cuchillo 9"	Und.	11	\$ 8,30	\$ 91,30
Estiletes P/Polvorín	Und.	17	\$ 0,48	\$ 8,18
Flexómetro 5m	Und.	5	\$ 3,75	\$ 18,75
Manguera 12	Rollo	1	\$ 103,60	\$ 103,60
Martillo Geólogo	Und.	1	\$ 63,84	\$ 63,84
Palas Tombo	Und.	89	\$ 20,71	\$ 1.843,01
Playo	Und.	51	\$ 10,47	\$ 533,97
Waipe	Und.	61	\$ 3,13	\$ 190,93
Llave perica 12"	Und.	32	\$ 13,00	\$ 416,00
Subtotal				\$ 3.541,58

Tabla 7. Costo de Herramientas.

Fuente: Autor.

- Repuestos e Insumos de cargadoras y locomotoras.

En la siguiente tabla se detalla los repuestos e insumos que se ocuparon durante el periodo de análisis.

Repuestos e Insumos de Cargadora, Locomotora, Vagones				
Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad	Costo Total
Abrazaderas 12-7 (Cargadora)	Und.	4	\$ 3,00	\$ 12,00
Abrazaderas Eje Vag.	Und.	6	\$ 20,00	\$ 120,00
Aceite 140	L.	5	\$ 78,40	\$ 392,00
Agua Acidulada con densidad 1400	L.	7	\$ 65,00	\$ 455,00
Agua Acidulada	L.	220	\$ 1,90	\$ 418,00
Agua Acidulada con densidad 1250	L.	44	\$ 37,78	\$ 1.662,32
Agua Destilada	L.	380	\$ 0,51	\$ 194,56
Agua destilada/ cilindro	L.	21	\$ 12,00	\$ 252,00
Aro 12 (Vagón)	Und.	4	\$ 37,00	\$ 148,00
Bolas Acero 3/4 Carga.	Und.	84	\$ 1,84	\$ 154,56
Cable #2 P/Batería	Und.	100	\$ 5,91	\$ 590,90
Cables Cortos Carg.12B	Und.	4	\$ 100,00	\$ 400,00
Cables Largos Carga, 12B	Und.	3	\$ 89,59	\$ 268,77
Cadena Cargadora	Und.	1	\$ 318,60	\$ 318,60
Cadena Conec. Vagones.	Und.	21	\$ 7,14	\$ 149,94
Cadena cucharón	Und.	1	\$ 354,22	\$ 354,22
Candado Locomotora 5 t	Und.	4	\$ 270,00	\$ 1.080,00
Caucho de brida	Und.	3	\$ 39,58	\$ 118,74
Caucho de brida	Und.	4	\$ 45,00	\$ 180,00
Celda Completa P/Batería	Und.	4	\$ 229,60	\$ 918,40
Centrador para cargadora	Und.	1	\$ 190,00	\$ 190,00

Conector hembra batería	Und.	6	\$ 27,66	\$ 165,96
Conector macho batería	Und.	6	\$ 26,32	\$ 157,92
Conjunto Perno Central Carga.	Und.	1	\$ 642,48	\$ 642,48
Contacto mando "L"	Und.	47	\$ 4,60	\$ 216,20
Diluyente	L.	20	\$ 1,10	\$ 21,96
Eje transmisión 1"	Und.	12	\$ 7,67	\$ 92,00
Empaque Asbesto Azul 1/16	Und.	1	\$ 140,00	\$ 140,00
Guarda chispas	Und.	9	\$ 22,96	\$ 206,67
Horómetro	Und.	1	\$ 19,59	\$ 19,59
Líquido de Freno	Und.	1	\$ 8,63	\$ 8,63
Llanta Aro 12 Vagón.	Und.	4	\$ 38,00	\$ 152,00
Loctite 271	Und.	1	\$ 28,99	\$ 28,99
Mantto Locomotora	Und.	3	\$ 150,00	\$ 450,00
Motor Locomotora	Und.	1	\$ 3.920,00	\$ 3.920,00
Neblineros Rect Med.	Und.	3	\$ 20,00	\$ 60,00
Pastillas Locomotora	Und.	1	\$ 21,30	\$ 21,30
Perno 1/2" x 2"	Und.	60	\$ 0,66	\$ 39,84
Perno 1/2" x 3" Acero Inox.	Und.	3	\$ 1,64	\$ 4,91
Perno 1/2"x1"1/2	Und.	12	\$ 0,89	\$ 10,68
Perno 1/4	Und.	6	\$ 0,16	\$ 0,96
Perno 3/4" x 2"	Und.	2	\$ 1,20	\$ 2,40
Perno 3/4" x 2" 1/2	Und.	39	\$ 1,90	\$ 74,10
Perno 3/8" x 1" Acero Inoxidable	Und.	12	\$ 0,49	\$ 5,90
Perno 3/8" x 2"1/2	Und.	43	\$ 0,42	\$ 18,06
Perno 3/8" x 3" 1/2	Und.	7	\$ 0,52	\$ 3,63
Perno 5/8" x 2"	Und.	34	\$ 0,83	\$ 28,22
Perno 5/8" x 2"1/2	Und.	4	\$ 1,27	\$ 5,08
Perno 5/8" x 3" 1/2"	Und.	14	\$ 1,60	\$ 22,44
Perno 7/16"x 1" 1/2"	Und.	5	\$ 0,45	\$ 2,25
Perno 7/16"x 3/4"	Und.	1	\$ 0,40	\$ 0,40
Perno 7/16"x3"	Und.	3	\$ 0,50	\$ 1,50
Perno 7/16"x4"	Und.	8	\$ 0,90	\$ 7,20
Perno Hexagonal 8 x 25mm	Und.	4	\$ 0,19	\$ 0,76
Pernos 8 x 45mm	Und.	2	\$ 0,11	\$ 0,22
Pernos Aisladores Motor	Und.	6	\$ 25,00	\$ 150,00
Pintura Anticorrosiva Naranja	Gal.	2	\$ 61,00	\$ 122,00
Pito	Und.	1	\$ 7,80	\$ 7,80
Pito 24 V. Loc.	Und.	1	\$ 20,05	\$ 20,05
Platina P/Inversión	Und.	8	\$ 4,48	\$ 35,84
Porta contacto de Mando	Und.	8	\$ 77,50	\$ 620,00
Porta contacto Lateral/ Inversión Giro	Und.	10	\$ 28,00	\$ 280,00
Puente Pequeño (Bat. Loc)	Und.	4	\$ 8,00	\$ 32,00
Resistencia Locomotora	Und.	2	\$ 223,45	\$ 446,90

Resorte Carga. Atlas.	Und.	2	\$ 40,00	\$ 80,00
Resorte Grande 6"	Und.	4	\$ 71,05	\$ 284,20
Resorte Pequeño	Und.	1	\$ 8,76	\$ 8,76
Retenedor	Und.	4	\$ 3,00	\$ 12,00
Retenedor 45-62-9	Und.	4	\$ 1,75	\$ 7,00
Retenedor 80-110-12	Und.	12	\$ 5,37	\$ 64,42
Revestimiento	Und.	5	\$ 24,00	\$ 120,00
Rueda dentada carga. 12B	Und.	1	\$ 330,40	\$ 330,40
Rueda Locomotora	Und.	3	\$ 504,00	\$ 1.512,00
Rueda P/Vagón	Und.	92	\$ 155,00	\$ 14.260,00
Ruliman 30213	Und.	8	\$ 33,67	\$ 269,34
Ruliman 30310	Und.	82	\$ 26,75	\$ 2.193,50
Ruliman 32007 Jr.	Und.	25	\$ 10,10	\$ 252,45
Ruliman 32307	Und.	4	\$ 18,70	\$ 74,81
Ruliman 6203	Und.	1	\$ 3,13	\$ 3,13
Ruliman 6205	Und.	1	\$ 4,50	\$ 4,50
Ruliman 6207	Und.	1	\$ 7,77	\$ 7,77
Ruliman 6216	Und.	8	\$ 75,00	\$ 600,00
Ruliman 6307	Und.	6	\$ 12,89	\$ 77,35
Ruliman 63082	Und.	3	\$ 16,43	\$ 49,28
Ruliman 6318 C3 (Compre)	Und.	1	\$ 234,42	\$ 234,42
Ruliman NU 222 (Compre)	Und.	1	\$ 296,50	\$ 296,50
Silicon Gris	Und.	7	\$ 4,26	\$ 29,82
Socket 3 cables H/M	Und.	1	\$ 1,98	\$ 1,98
Spray Er-4 . Loc.	Und.	2	\$ 20,63	\$ 41,25
Suelda 7018 x 1/8	Und.	1	\$ 29,30	\$ 29,30
Suelda 7018 x 5/32	Und.	1	\$ 31,80	\$ 31,80
Terminal Hembra 1/4 16-14	Und.	10	\$ 0,08	\$ 0,80
Terminal Macho 1/4 16-14	Und.	10	\$ 0,07	\$ 0,70
Terminal Tipo Ojo 1/0	Und.	4	\$ 1,64	\$ 6,55
Terminal Tipo Ojo N.º 2	Und.	50	\$ 0,78	\$ 39,00
Tuerca Castilla 1" 1/2"	Und.	8	\$ 6,50	\$ 52,00
Voltímetro Digital DC 0-500V/0-50V	Und.	2	\$ 120,00	\$ 240,00
Zapata Freno	Und.	7	\$ 40,00	\$ 280,00
Zhunts contacto	Und.	12	\$ 9,08	\$ 108,96
			Subtotal	\$ 38.228,81

Tabla 8. Repuestos e Insumos de Cargadoras y Locomotoras.

Fuente: Autor.

- Insumos de mantenimientos de instalaciones.

En la siguiente tabla se detalla los insumos que fueron necesarios para el mantenimiento de las instalaciones durante el periodo de análisis.

Insumos de Mantenimientos de Instalaciones				
Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad	Costo Total
Amoladora 4 1/2" GA4530	Und.	1	\$ 129,38	\$ 129,38
Esmeril 3/4 HP	Und.	1	\$ 70,00	\$ 70,00
Motosierra Neumática 10 1/4"	Und.	1	\$ 600,00	\$ 600,00
Subtotal				\$ 799,38

Tabla 9. Costos de Insumos de mantenimiento de instalaciones.

Fuente: Autor.

- Insumos en general.

En la siguiente tabla se detalla los insumos en general que se ocuparon durante el periodo de análisis.

Insumos en General				
Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad	Costo Total
Aceite Soluble Chem Master	Gal.	1	\$ 29,71	\$ 29,71
Acero Transmisión	Und.	12	\$ 26,80	\$ 321,60
Acople espiga 1"	Und.	64	\$ 6,00	\$ 384,00
Acople Hembra 3/4"	Und.	8	\$ 6,00	\$ 48,00
Acople Macho 1"	Und.	24	\$ 4,38	\$ 105,12
Acople Macho 3/4"	Und.	3	\$ 6,00	\$ 18,00
Alambre Galvanizado N14	Rollo	8	\$ 695,34	\$ 5.562,72
Amarra Plástica 15 x 3,6 mm	Und.	1	\$ 2,49	\$ 2,49
Amarra Plástica 30cm	Und.	1	\$ 5,10	\$ 5,10
Amarra plástica 50cm	Und.	1	\$ 16,60	\$ 16,60
Anillos de Presión 3/4	Und.	50	\$ 0,10	\$ 5,00
Arena Fina	Und.	24	\$ 11,20	\$ 268,80
Arena Gruesa	Sq.	192	\$ 8,96	\$ 1.720,32
Automático Tanq. Elevado.	Und.	1	\$ 21,85	\$ 21,85
Base Adhesiva Porta Amarras 25x25	Und.	1	\$ 8,34	\$ 8,34
Boquilla Caucho Cooper 145	Und.	8	\$ 2,24	\$ 17,92
Boquilla Oxicorte N°1 Larga	Und.	2	\$ 12,97	\$ 25,94
Boquilla Oxicorte N°2	Und.	2	\$ 14,70	\$ 29,41
Breaker 3 Polos 200 Amp.	Und.	1	\$ 206,43	\$ 206,43
Breaker 3 polos 25 Amp.	Und.	10	\$ 19,13	\$ 191,30

Breaker 3 polos 32 Amp	Und.	11	\$ 17,17	\$ 188,87
Breaker 3 polos 40 Amp	Und.	2	\$ 19,35	\$ 38,70
Breaker 3 polos 50 Amp.	Und.	1	\$ 24,40	\$ 24,40
Breaker 3 polos 63 Amp.	Und.	1	\$ 31,17	\$ 31,17
Breaker Caja Moldeada 2 Polos 160A	Und.	2	\$ 140,00	\$ 280,00
Broca Para Hierro 19mm	Und.	2	\$ 18,50	\$ 37,00
Brocha 3"	Und.	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Bushing 1" x 1/2" HG	Und.	4	\$ 0,85	\$ 3,40
Bushing 2" x 1" HG	Und.	3	\$ 3,02	\$ 9,07
Bushing 3/4" x 1/2" HG	Und.	1	\$ 0,48	\$ 0,48
Cable Flexible N18	m	200	\$ 0,15	\$ 30,00
Cable 1/0 Super Flex	m	42	\$ 6,57	\$ 275,94
Cable Acerado 3/4	m	410	\$ 4,45	\$ 1.824,91
Cable Acerado 5/8	m	410	\$ 2,92	\$ 1.197,20
Cable Cableado N6	m	113	\$ 1,71	\$ 193,23
Cable Cablear N8	m	30	\$ 1,10	\$ 32,97
Cable Concéntrico 3 x 10	m	360	\$ 2,65	\$ 954,00
Cable concéntrico 3 x 12	m	200	\$ 1,54	\$ 308,00
Cable concéntrico 3 x 14	m	100	\$ 1,03	\$ 102,90
Cable concéntrico 3 x 6	m	100	\$ 6,64	\$ 664,00
Cable TTU #2	m	1350	\$ 4,40	\$ 5.937,30
Cabo 1"	Rollo	2	\$ 270,00	\$ 540,00
Cabo 1/2	Rollo	4	\$ 105,00	\$ 420,00
Cabo 3/8	Rollo	11	\$ 105,00	\$ 1.155,00
Cabo Polipropileno 3H	Rollo	5	\$ 76,97	\$ 384,85
Cadena 10 1/4	Und.	2	\$ 51,00	\$ 102,00
Cajetín Plástico Rectangular	Und.	31	\$ 0,95	\$ 29,42
Canal G80	Und.	10	\$ 39,47	\$ 394,68
Canaleta Ranurada 8*8 cm	Und.	2	\$ 18,50	\$ 37,00
Candado 60mm	Und.	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Cauchos para acoples	Und.	151	\$ 0,50	\$ 75,50
Cemento Contacto	Und.	7	\$ 4,21	\$ 29,50
Cemento Rocafuerte	Sq.	174	\$ 8,14	\$ 1.416,36
Chaveta P/Riel 18	Und.	60	\$ 12,85	\$ 771,06
Chispero	Und.	1	\$ 4,00	\$ 4,00
Chumacero Piso 1"	Und.	4	\$ 22,64	\$ 90,55
Cinta Aislante Negra	Und.	566	\$ 0,90	\$ 509,40
Cinta Auto fundente 3M	Und.	6	\$ 14,09	\$ 84,54
Cinta doble faz grande	Und.	1	\$ 12,42	\$ 12,42
Cinta Empaque Transparente	Und.	4	\$ 1,20	\$ 4,80
Cinta Maskin	Und.	13	\$ 1,02	\$ 13,26
Cinta Teflón Grande	Und.	107	\$ 1,15	\$ 123,05
Clavo 10*10*100	Und.	150	\$ 0,72	\$ 107,40

Clavo Madera 2"	Lb.	31	\$ 1,20	\$ 37,20
Clavo madera 2" 1/2	Lb.	18	\$ 1,20	\$ 21,60
Clavo Madera 4"	Und.	77	\$ 1,14	\$ 87,78
Clavo Madera 5"	Und.	766	\$ 1,14	\$ 870,94
Codo 1" x 90° HG	Und.	4	\$ 4,40	\$ 17,60
Codo 1/2" x 90° HG	Und.	1	\$ 0,50	\$ 0,50
Codo 2" x 45° HG	Und.	4	\$ 4,39	\$ 17,56
Contacto Auxiliar Lateral	Und.	2	\$ 11,00	\$ 22,00
Contactador ABB 80 Amp con Bobona 220	Und.	1	\$ 224,00	\$ 224,00
Contactador de 32Amp con Bomba de 440	Und.	8	\$ 77,30	\$ 618,40
Contactador de 38 Amp. Con Bobina 440	Und.	2	\$ 94,92	\$ 189,84
Correas G80 x 30	Und.	30	\$ 32,09	\$ 962,76
Cruz 1" HG	Und.	3	\$ 6,27	\$ 18,82
Cuartones semiduros 2 x 3" 4 m	Und.	50	\$ 3,83	\$ 191,40
Diluyente	189L/Tanq	102	\$ 1,11	\$ 112,91
Disco corte Metal	Und.	6	\$ 1,74	\$ 10,45
Disco corte Metal Norton 14"	Und.	6	\$ 7,00	\$ 42,00
Disco Corte Metal Norton 4 1/2"	Und.	14	\$ 1,30	\$ 18,20
Disco corte metal Norton 7"	Und.	9	\$ 1,74	\$ 15,70
Disco de Lijar 7"	Und.	2	\$ 7,27	\$ 14,55
Disco Debas Metal Norton 4 1/2"	Und.	20	\$ 1,98	\$ 39,58
Disco Debas Metal Norton 7"	Und.	2	\$ 3,00	\$ 6,00
Disco Diamante 4" 1/2	Und.	2	\$ 3,87	\$ 7,73
Disco Diamante 7"	Und.	1	\$ 3,84	\$ 3,84
Disco Lija 4" 1/2	Und.	2	\$ 4,65	\$ 9,30
Durmientes 6 x 4 x 100cm	Und.	525	\$ 5,50	\$ 2.887,50
Eje Bronce 1 1/4	Und.	1	\$ 169,90	\$ 169,90
Eje transmisión 1 3/4"	Und.	12	\$ 24,00	\$ 288,00
Eje transmisión 2"	Und.	12	\$ 30,00	\$ 360,00
Eje Transmisión 2" 1/4"	Und.	18	\$ 29,55	\$ 531,88
Escalera Aluminio 6 pies	Und.	3	\$ 75,55	\$ 226,65
Fibra óptica 2 hilos	m	316	\$ 0,19	\$ 60,04
Foco Incandescente 100w 110v	Und.	4	\$ 1,70	\$ 6,80
Foco Led 30W	Und.	4	\$ 5,90	\$ 23,60
Foco Led 50W	Und.	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Franela	Und.	52	\$ 2,32	\$ 120,80
Funda Halar	Paq.	1	\$ 2,14	\$ 2,14
Fundas Ziploc 20*30	Und.	278	\$ 0,10	\$ 26,41
Fusible 65 Amp	Und.	3	\$ 6,50	\$ 19,50
Fusible Cerámica 6 Amp	Und.	4	\$ 0,45	\$ 1,80
Fusibles 20 Amp	Und.	6	\$ 2,94	\$ 17,62
Fusibles 30 Amp.	Und.	4	\$ 3,60	\$ 14,40

Fusibles 40 Amp.	Und.	2	\$ 4,90	\$ 9,80
Gabinete elct.	Und.	1	\$ 103,60	\$ 103,60
Ganchos	Und.	10	\$ 44,00	\$ 440,00
Grava 3/4	Und.	132	\$ 8,96	\$ 1.182,72
Grillete 7/8	Und.	9	\$ 2,50	\$ 22,50
Grillete p/cable 3/4"	Und.	2	\$ 1,15	\$ 2,30
Grillete p/cable 5/8"	Und.	22	\$ 1,02	\$ 22,40
Hoja A1	Und.	25	\$ 0,60	\$ 15,00
Hojas Cuchilla	Und.	10	\$ 0,36	\$ 3,58
Intercomunicadores	Und.	5	\$ 145,00	\$ 725,00
Lima para hierro #50	Und.	1	\$ 0,55	\$ 0,55
Lima redonda 10"	Und.	2	\$ 3,20	\$ 6,40
Lima Redonda 8"	Und.	1	\$ 2,86	\$ 2,86
Llave 1/2" Pico Bronce	Und.	2	\$ 7,70	\$ 15,40
Llave esférica 1" 1/2" HG	Und.	1	\$ 5,51	\$ 5,51
Llave Esférica 1" A. Inox.	Und.	1	\$ 14,56	\$ 14,56
Llave esférica HG 1"	Und.	57	\$ 10,54	\$ 600,84
Llave esférica HG 1/2"	Und.	21	\$ 5,15	\$ 108,19
Llave esférica HG 2"	Und.	9	\$ 34,08	\$ 306,72
Llave esférica HG 3/4"	Und.	4	\$ 4,47	\$ 17,90
Loctite 640	Und.	12	\$ 6,50	\$ 78,00
Manga en Y Flex 17"	m	2	\$ 83,90	\$ 167,80
Manga en Y Flex 22x60	Und.	2	\$ 93,81	\$ 187,62
Manga T Flex 22"	Und.	2	\$ 97,66	\$ 195,32
Manguera 1" reforzada	Und.	4	\$ 103,60	\$ 414,40
Manguera 1/2	Und.	25	\$ 1,00	\$ 25,10
Manguera 1/2" Semireforzada	Und.	1	\$ 3,09	\$ 3,09
Manguera 2" Reforzada Boflex	Und.	3	\$ 515,20	\$ 1.545,60
Manguera 2" Sencilla	Und.	4	\$ 135,00	\$ 540,00
Manguera 20 mm azul (1,6MPA)	Und.	2	\$ 40,00	\$ 80,00
Manguera 32 x 2.9 mm pead	Pqt.	15	\$ 92,39	\$ 1.385,85
Manguera Hidráulica aire 1/2"	m	45,5	\$ 3,50	\$ 159,25
Manguera Hidráulica o de aire 1"	m	176	\$ 9,09	\$ 1.600,02
Manguera Reforzada 1"	m	2	\$ 103,60	\$ 207,20
Manguera Reforzada 1/2"	m	5	\$ 49,84	\$ 249,21
Manómetro de 200 Psi Glicerina	Und.	1	\$ 41,72	\$ 41,72
Maquina Corta Papel Polvorín	Und.	1	\$ 313,60	\$ 313,60
Neplo entrada oxigeno	Und.	1	\$ 11,00	\$ 11,00
Neplo Rosca Manguera 1" 1/2" Alum.	Und.	1	\$ 3,03	\$ 3,03
Neplo Rosca Manguera 1" Alum.	Und.	83	\$ 2,77	\$ 229,91
Neplo Rosca Manguera 1/2" Alum.	Und.	38	\$ 1,75	\$ 66,50
Neplo Rosca Manguera 2" Alum.	Und.	28	\$ 3,60	\$ 100,80
Neplo Rosca Manguera 3" Alum.	Und.	1	\$ 7,55	\$ 7,55

Neplo Rosca Manguera 3/4" Alum.	Und.	4	\$ 1,92	\$ 7,68
Panela	Und.	216	\$ 0,60	\$ 129,60
Pastas Dieléctricas	Und.	1	\$ 13,00	\$ 13,00
Perno 1" x 3"	Und.	1	\$ 4,40	\$ 4,40
Perno 1" x 4"	Und.	1	\$ 6,99	\$ 6,99
Perno 1/2" x 1"	Und.	14	\$ 0,57	\$ 7,94
Perno 1/2" x 1" 1/2	Und.	12	\$ 0,62	\$ 7,44
Perno 1/2" x 2" 1/2	Und.	17	\$ 0,76	\$ 12,90
Perno 1/2" x 3"	Und.	14	\$ 0,81	\$ 11,38
Perno 1/4 x 2" Acero Inox.	Und.	4	\$ 0,35	\$ 1,40
Perno 1/4" x 1" 1/2"	Und.	4	\$ 0,19	\$ 0,74
Perno 1/4" x 1" Acero Inox	Und.	44	\$ 0,24	\$ 10,52
Perno 1/4" x 2"	Und.	5	\$ 0,20	\$ 1,00
Perno 3/4" x 2"	Und.	2	\$ 1,20	\$ 2,40
Perno 3/4" x 2" 1/2	Und.	1074	\$ 1,90	\$ 2.040,60
Perno 3/4" x 3"	Und.	64	\$ 2,18	\$ 139,52
Perno 3/4" x 3" 1/2	Und.	62	\$ 3,31	\$ 205,22
Perno 3/4" x 4"	Und.	14	\$ 2,25	\$ 31,50
Perno 3/4" x 5"	Und.	6	\$ 3,10	\$ 18,60
Perno 3/4" x 6"	Und.	1	\$ 3,65	\$ 3,65
Perno 3/4" x 7"	Und.	1	\$ 4,65	\$ 4,65
Perno 3/8" x 1"	Und.	30	\$ 0,37	\$ 11,13
Perno 3/8" x 1" 1/2	Und.	21	\$ 0,36	\$ 7,56
Perno 3/8" x 2"	Und.	14	\$ 0,37	\$ 5,18
Perno 3/8" x 3"	Und.	4	\$ 0,50	\$ 2,00
Perno 5/16" x 1"	Und.	14	\$ 0,29	\$ 3,99
Perno 5/16" x 1" 1/4	Und.	400	\$ 0,25	\$ 99,60
Perno 5/6" x 2"	Und.	36	\$ 0,66	\$ 23,69
Perno 5/8" x 1"	Und.	7	\$ 0,04	\$ 0,28
Perno 5/8" x 2" 1/2	Und.	201	\$ 1,27	\$ 255,27
Perno 5/8" x 3"	Und.	1	\$ 1,36	\$ 1,36
Perno 5/8" x 4"	Und.	4	\$ 1,76	\$ 7,04
Perno 5/8" x 4" 1/2"	Und.	26	\$ 2,10	\$ 54,70
Perno 5/8" x 5"	Und.	18	\$ 2,25	\$ 40,50
Perno 5/8" x 7"	Und.	1	\$ 3,30	\$ 3,30
Perno 7/16"x3"	Und.	15	\$ 1,36	\$ 20,45
Perno Autoperforante 10" x 1" 1/2"	Und.	203	\$ 0,05	\$ 10,96
Perno Autoperforante 10" x 2" 1/2"	Und.	30	\$ 0,09	\$ 2,70
Perno Autoperforante 2"	Und.	107	\$ 0,07	\$ 7,49
Perno Hilo sin fin (Corrido) 1"	Und.	1,5	\$ 14,72	\$ 22,07
Perno Hilo sin fin (Corrido) 3/4"	Und.	2,6	\$ 7,67	\$ 19,93
Perno Tirafondo de 1/4" x 2" Acero Inox	Und.	1	\$ 0,20	\$ 0,20

Piedra Esmeril Widea 8 x 1 x 1 1/4"	Und.	1	\$ 22,53	\$ 22,53
Pintura de Barco Gris	Gal.	3	\$ 22,00	\$ 66,00
Pintura Spray Blanca	Und.	4	\$ 2,52	\$ 10,08
Pintura Spray Blanca	Und.	2	\$ 2,50	\$ 5,00
Pintura Spray Rojo	Und.	25	\$ 2,52	\$ 63,05
Piola Albañil N6	Und.	1	\$ 2,17	\$ 2,17
Plástico Negro	Und.	4	\$ 76,58	\$ 306,32
Platina P/Asentar Riel	Und.	16	\$ 6,30	\$ 100,80
Prensa de Banco 8"	Und.	1	\$ 180,00	\$ 180,00
Pulsador Verde	Und.	5	\$ 3,30	\$ 16,50
Reductor 1" x 1/2" HG	Und.	1	\$ 0,73	\$ 0,73
Reductor 2" x 1" HG	Und.	1	\$ 2,33	\$ 2,33
Relee térmico 28-40 Amp	Und.	1	\$ 64,49	\$ 64,49
Relee Térmico 5.5 - 8 Amp	Und.	3	\$ 40,24	\$ 120,72
Relee térmico 7 - 10 Amp.	Und.	8	\$ 40,24	\$ 321,92
Remache Aluminio 1/8 x 1/2 p/casc	Und.	262	\$ 0,01	\$ 2,10
Remache Aluminio 3/16" x 1"	Und.	2	\$ 0,04	\$ 0,08
Riel Din	Und.	1	\$ 2,60	\$ 2,60
Santiago Hidráulico (Doblar Rieles)	Und.	1	\$ 697,95	\$ 697,95
Saquillos Plastificados	Und.	2573	\$ 0,22	\$ 576,35
Seccionadores de 15Kv	Und.	5	\$ 96,85	\$ 484,25
Selectores 2 posiciones 22mm	Und.	15	\$ 2,25	\$ 33,78
Sikaflex 600 ml	Und.	4	\$ 10,85	\$ 43,40
Silicón Gris	Und.	15	\$ 3,58	\$ 53,70
Silicón Rojo	Und.	3	\$ 2,45	\$ 7,35
Suelda 6011 x 1/8	Und.	5	\$ 22,50	\$ 112,50
Suelda 7018 x 1/8	Und.	28	\$ 31,80	\$ 890,40
Swich 8 puertos	Und.	1	\$ 16,80	\$ 16,80
Tablas Semiduras Encofrado	m	50	\$ 6,13	\$ 306,35
Tablero Plástico 100x70x28	Und.	1	\$ 772,00	\$ 772,00
Tablero Plástico 40x30x16	Und.	1	\$ 59,10	\$ 59,10
Tablero Plástico 50x40x20	Und.	2	\$ 70,28	\$ 140,56
Tablones 4x20 Ranflas/Tolvas	Und.	100	\$ 15,00	\$ 1.500,00
Tablones Semiduros 4m	Und.	50	\$ 10,50	\$ 525,00
Tanque 5000 L.	Und.	1	\$ 980,00	\$ 980,00
Tarrinas Comida Mina	Und.	30	\$ 1,00	\$ 30,00
Te 2" HG	Und.	1	\$ 7,00	\$ 7,00
Teléfono sencillo	Und.	3	\$ 16,06	\$ 48,18
Terminal Talo 1/0	Und.	6	\$ 1,53	\$ 9,19
Terminal Talón N2	Und.	17	\$ 0,86	\$ 14,62
Terminal Tipo Ojo 1/0	Und.	57	\$ 1,64	\$ 93,31
Terminal tipo Ojo Largo 2/0	Und.	6	\$ 2,61	\$ 15,66
Terminal Tipo Ojo N.º 2	Und.	22	\$ 0,78	\$ 17,16

Terminal Tipo ojo N.º 6	Und.	24	\$ 0,34	\$ 8,16
Terminal U 22-18	Und.	6	\$ 0,06	\$ 0,36
Tiza Industrial	Und.	8	\$ 0,21	\$ 1,68
Tomacorriente 220v	Und.	2	\$ 6,80	\$ 13,60
Tomacorriente doble 110 v	Und.	5	\$ 2,01	\$ 10,06
Tomacorriente Torción 30 Amp	Und.	1	\$ 30,76	\$ 30,76
Torre de emergencia 70mm	Und.	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Tubo 4" PVC sencillo	Und.	1	\$ 11,77	\$ 11,77
Tuerca 3/4	Und.	55	\$ 0,40	\$ 22,00
Unión 1" HG	Und.	3	\$ 1,67	\$ 5,01
Unión 1/2" HG	Und.	2	\$ 0,44	\$ 0,88
Unión 2" Aluminio.	Und.	1	\$ 6,90	\$ 6,90
Unión 2" HG	Und.	8	\$ 2,37	\$ 18,96
Unión Tubular #2	Und.	20	\$ 0,69	\$ 13,84
Unión Tubular 1/0	Und.	5	\$ 1,18	\$ 5,90
Upn 100x50x6	m	5	\$ 69,44	\$ 347,20
Válvula Agua Completa	Und.	2	\$ 35,00	\$ 70,00
Varilla Corrugada 10mm x 12m	m	32	\$ 7,82	\$ 250,14
Varilla Corrugada 12mm	m	120	\$ 11,27	\$ 1.352,40
Vigas Duras 4 x 4	Und.	50	\$ 15,00	\$ 750,00
Vigas Duras 4mm 5x5	m	25	\$ 20,00	\$ 500,00
WD40	Und.	18	\$ 6,20	\$ 111,60
Subtotal				\$ 62.612,81

Tabla 10. Costo de Insumos en General.

Fuente: Autor.

- EPP (Equipo de protección personal).

En la siguiente tabla se detallan los equipos de protección personal que los trabajadores requerían durante el periodo de análisis. Cabe recalcar que los EPP durante cierto tiempo necesitan cambio obligatorio de acuerdo a las normas de seguridad de la empresa.

EPP (Equipo de protección personal)				
Producto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad	Costo Total
Arnés Armor	Und.	34	\$ 7,86	\$ 267,24
Cartucho 6003	Und.	294	\$ 15,17	\$ 4.458,80
Cartucho 703 Armor	Und.	30	\$ 9,05	\$ 271,47
Casco Rojo	Und.	44	\$ 14,79	\$ 650,72
Filtro 7093B 3M	Und.	1	\$ 20,62	\$ 20,62
Filtro Esponja 207 Armor	Und.	7	\$ 10,40	\$ 72,83
Filtro esponja 2097 3M	Und.	7	\$ 7,92	\$ 55,45

Filtro Esponja 5N11	Und.	892	\$ 7,76	\$ 6.922,81
Filtro Esponja 7N11	Und.	31	\$ 1,86	\$ 57,63
Gafas Oscuras	Und.	1	\$ 8,96	\$ 8,96
Gafas Protección	Und.	1	\$ 2,17	\$ 2,17
Gafas Transparentes	Und.	6	\$ 1,75	\$ 10,50
Guantes Nitrilo Largo #9	Und.	19	\$ 103,95	\$ 1.975,05
Guantes showa 330 #9	Und.	758	\$ 3,96	\$ 3.001,68
Linterna Mina	Und.	50	\$ 64,85	\$ 3.242,55
Mandil Caucho	Und.	1	\$ 5,77	\$ 5,77
Mascarilla 6200 3M	Und.	96	\$ 18,25	\$ 1.752,00
Mascarilla Armor 705	Und.	8	\$ 12,82	\$ 102,59
Orejas Amarillas TM98	Und.	19	\$ 26,00	\$ 494,00
Retenedor 501 3M	Und.	124	\$ 6,00	\$ 744,00
Retenedor 502 3M	Und.	2	\$ 10,55	\$ 21,10
Retenedor 510 Armor	Und.	13	\$ 1,14	\$ 14,85
Tapones auditivos 3M	Und.	303	\$ 1,62	\$ 490,86
Vinchas Casco	Und.	58	\$ 0,70	\$ 40,60
			Subtotal	\$ 24.684,24

Tabla 11. Costos de Equipos de Protección Personal (EPP)

Fuente: Autor.

- Energía eléctrica.

La empresa minera tiene un consumo de energía general, lo que involucra oficinas, campamentos, planta, molinos, talleres, comedor e interior mina. Para el cálculo del consumo de interior mina se tomó un porcentaje de 40% del consumo general. Este porcentaje se fue definido conjuntamente con el departamento de costos y presupuestos de la empresa. En la siguiente tabla se detalla el consumo general e interior mina en el periodo de estudio.

Energía Eléctrica	
Consumo Mensual General	\$ 108.900,00
Consumo Mina (40%)	\$ 43.560,00

Tabla 12. Costos de Consumo de Energía Eléctrica.

Fuente: Autor.

2.3.3 Depreciación

- Depreciación de perforadoras.

En la tabla a continuación se realiza una depreciación de los equipos de perforación, como lo son las perforadoras y pie de avances.

Depreciación de perforadoras y Pie de Avance								
Equipo	Marca	Tipo	Cant.	Vida Útil (Años)	Costo U.	Costo T.	Depreciación Anual	Depreciación Diaria
Perforadora	YT27	Neumática	33	3	\$ 850,00	\$ 28.050,00	\$ 9.350,00	\$ 25,97
Pie de avance	PYT27	Neumática	33	3	\$ 432,00	\$ 372,12	\$ 124,04	\$ 0,34
							Subtotal	\$ 26,32

Tabla 13. Depreciación de perforadoras.

Fuente: Autor.

- Depreciación de equipo de carga y transporte.

En las siguientes tablas se realiza una depreciación de los equipos de carga y transporte.

Depreciación de equipo de carga.

Equipo	Marca	Tipo	Capacidad	Cantidad	Vida Útil (Años)	Costo U.	Costo Total	Depreciación Anual	Depreciación Diaria
Pala Neumática	Trident	Neumática	0.15 m3	2	10	\$50.000,00	\$100.000,00	\$ 10.000,00	\$ 27,78
Pala Neumática	Eimco 12	Neumática	0.15 - 0.17 m3	2	10	\$48.000,00	\$ 96.000,00	\$ 9.600,00	\$ 26,67
Pala Neumática	Imen	Neumática	0,15 m3	1	10	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 400,00	\$ 1,11
Vagones (Riel)	U35	Mecánicos	1 t	42	5	\$ 1.800,00	\$ 75.600,00	\$ 15.120,00	\$ 42,00
Carros Mineros	J12	Mecánicos	1 t	7	5	\$ 1.100,00	\$ 5.500,00	\$ 1.100,00	\$ 3,06
Subtotal								\$ 100,61	

Tabla 14. Depreciación de Equipo de Carga.

Fuente: Autor.

Depreciación de equipo de transporte.

Equipo	Marca	Tipo	Capacidad	Cantidad	Vida Útil (Años)	Costo Unitario	Costo Total	Depreciación Anual	Depreciación Diaria
Locomotora LB-5	Exdimb	Batería	5 t	2	10	\$45.000,00	\$ 90.000,00	\$ 9.000,00	\$ 25,00
Locomotora	Exdimb	Batería	2,5 t	1	10	\$27.000,00	\$ 27.000,00	\$ 2.700,00	\$ 7,50
Winche	Weg	Eléctrica	25HP	1	10	\$13.000,00	\$ 13.000,00	\$ 1.300,00	\$ 3,61
Winche	Weg	Eléctrica	30 HP	1	10	\$35.000,00	\$ 35.000,00	\$ 3.500,00	\$ 9,72
Winche	Siemens	Eléctrica	15HP	1	10	\$30.000,00	\$ 30.000,00	\$ 3.000,00	\$ 8,33
Batería	Am	Eléctrica	45 celdas	5	10	\$ 9.255,00	\$ 46.275,00	\$ 4.627,50	\$ 12,85
Batería	Am	Eléctrica	24 celdas	2	10	\$ 8.960,00	\$ 17.920,00	\$ 1.792,00	\$ 4,98
Subtotal								\$ 72,00	

Tabla 15. Depreciación de Equipo de Transporte.

Fuente: Autor.

- Depreciación de equipos.

En la siguiente tabla se realiza una depreciación de todos los equipos que se encuentran en funcionamiento.

Depreciación de equipos.

Equipo	Marca	Tipo	Capacidad	Cantidad	Vida Útil (Años)	Costo	Costo Total	Depreciación Anual	Depreciación Diaria
Compresor	Ingersoll Rand	Eléctrica	115 HP	1	10	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 800,00	\$ 2,22
Compresor	Ingersoll Rand	Eléctrica	250 HP	2	10	\$ 11.500,00	\$ 23.000,00	\$ 2.300,00	\$ 6,39
Compresor	Sullair	Eléctrica	250 HP	1	10	\$ 11.000,00	\$ 11.000,00	\$ 1.100,00	\$ 3,06
Compresor	Sullair	Eléctrica	100 HP	1	10	\$ 4.250,00	\$ 4.250,00	\$ 425,00	\$ 1,18
Bomba	Weg	Eléctrica	15HP	2	8	\$ 986,00	\$ 1.972,00	\$ 246,50	\$ 0,68
Bomba	Mec	Eléctrica	30 HP	1	8	\$ 4.841,61	\$ 4.841,61	\$ 605,20	\$ 1,68
Bomba	T80	Eléctrica	/	7	8	\$ 2.500,00	\$ 17.500,00	\$ 2.187,50	\$ 6,08
Bomba	Wilden	Eléctrica	25	1	8	\$ 1.900,00	\$ 1.900,00	\$ 237,50	\$ 0,66
Bomba	Thebe	Eléctrica	25HP	1	8	\$ 3.053,57	\$ 3.053,57	\$ 381,70	\$ 1,06
Extractor	s/m	Eléctrica	30 HP	1	6	\$ 4.841,61	\$ 4.841,61	\$ 806,94	\$ 2,24
Extractor	s/m	Eléctrica	5 HP	1	6	\$ 1.100,00	\$ 1.100,00	\$ 183,33	\$ 0,51
Ventilador	s/m	Eléctrica	3HP 50/60HZ	1	10	\$ 550,00	\$ 550,00	\$ 55,00	\$ 0,15
Soldadora	Miller	Eléctrica	440V	1	8	\$ 4.897,00	\$ 4.897,00	\$ 612,13	\$ 1,70
Soldadora	Lincold	Eléctrica	220V	1	8	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 500,00	\$ 1,39
Motor - 1 LE	Siemens	Eléctrica	40 HP	1	5	\$ 4.773,62	\$ 4.773,62	\$ 954,72	\$ 2,65
Motor - 1 EB	Siemens	Eléctrica	40 HP	1	5	\$ 1.492,16	\$ 1.492,16	\$ 298,43	\$ 0,83
Transformador	China	Eléctrica	50 kva	1	25	\$ 11.960,00	\$ 11.960,00	\$ 478,40	\$ 1,33
Transformador Trifásico	China	Eléctrica	75Kva	1	25	\$ 4.235,60	\$ 4.235,60	\$ 169,42	\$ 0,47
Compresor	Ingersoll Rand R110I	Eléctrica	200HP	1	10	\$ 49.280,00	\$ 49.280,00	\$ 4.928,00	\$ 13,69
Motor Trifásico		Eléctrica	25HP	1	7	\$ 1.040,37	\$ 1.040,37	\$ 148,62	\$ 0,41
Ventilador	VAF 8000	Eléctrica	3HP	2	10	\$ 4.144,62	\$ 8.289,24	\$ 828,92	\$ 2,30
							Subtotal		\$ 50,69

Tabla 16. Depreciación de Equipos.

Fuente: Autor.

- Depreciación de línea de aire.

En la siguiente tabla se realiza una depreciación de las líneas de aire que cuenta la empresa hasta la actualidad.

Depreciación de Línea de Aire							
Ítem	Caract.	Cantidad	Vida Útil Años	Costo u	Costo	Depreciación Anual	Depreciación Diaria
Tubería 10"	m	1200	25	\$ 34,00	\$ 40.800,00	\$ 1.632,00	\$ 4,53
Tubería 6"	HDPE	2200	25	\$ 120,00	\$264.000,00	\$ 10.560,00	\$ 29,33
Manga 22"	m	615	5	\$ 7,35	\$ 4.520,25	\$ 904,05	\$ 2,51
Manga 17"	m	1020	5	\$ 7,00	\$ 7.140,00	\$ 1.428,00	\$ 3,97
					Subtotal		\$ 40,34

Tabla 17. Depreciación de Línea de Aire.

Fuente: Autor.

- Depreciación de líneas del riel.

En la siguiente tabla se realiza una depreciación de las líneas de riel que cuenta la empresa hasta la actualidad.

Depreciación de Líneas de Riel							
Ítem	Caract.	Cantidad	Vida Útil Años	Costo U.	Costo T.	Depreciación Anual	Depreciación Diaria
Riel	6m	735	10,00	\$ 100,00	\$73.500,00	\$ 7.350,00	\$ 20,42
Pernos		11760	10,00	\$ 1,90	\$22.344,00	\$ 2.234,40	\$ 6,21
Durmientes	6x4x110	4075	10,00	\$ 5,50	\$22.412,50	\$ 2.241,25	\$ 6,23
Riel	24 Kg	66	10,00	\$ 181,81	\$11.999,46	\$ 1.199,95	\$ 3,33
Platina		1602	10	\$ 5,50	\$ 8.811,00	\$ 881,10	\$ 2,45
					Subtotal		\$ 38,63

Tabla 18. Depreciación de Líneas de Riel.

2.4 Producción de mineral

En la fase de explotación se registró una producción total de 13320 toneladas durante 90 días los cuales comprenden los meses de diciembre, enero y febrero, aproximadamente 150 toneladas al día.

2.5 Clasificación de los costos de producción para el análisis de costo unitario, en cada proceso minero dentro de la fase de explotación

Para un mejor análisis del costo unitario primeramente se realiza una clasificación de los costos por cada proceso de explotación:

2.5.1 Perforación

- Mano de obra.
- Alimentación.
- Insumos.
- Depreciación de equipos de perforación.

2.5.2 Voladura

- Explosivos
- Alimentación
- Sueldo

2.5.3 Carguío

- Alimentación.
- Sueldos.
- Depreciación de equipo de carga.

2.5.4 Transporte

- Alimentación.
- Sueldos.
- Depreciación de equipo de transporte.

2.5.5 Mantenimiento de equipos

- Repuestos de cargadora y locomotora.
- Repuestos de perforadoras.

2.5.6 Mantenimiento de instalaciones

- Insumos para mantenimiento de las instalaciones.

2.5.7 Depreciación de equipos

- Depreciación de equipos.

2.5.8 Depreciación de instalaciones

- Depreciación de la línea de aire.

2.5.9 Gastos generales

- Energía eléctrica.
- Equipo de protección personal.
- Herramientas.
- Insumos en general

2.5.10 Sueldos

- Sueldos Administrativos.
- Sueldos Superficie.

2.6 Costos de producción en cada proceso minero dentro de la fase de explotación

En las siguientes tablas se realizó una valoración de los costos de producción con los precios unitarios de cada componente de las fases del ciclo de minado.

2.6.1 Perforación

Ítem	Costo Total
Mano de obra	\$ 133.421,33
Alimentación	\$ 11.061,45
Insumos	\$ 94.166,92
Depreciación de equipos de perforación	\$ 26,32

Tabla 19. Evaluación de Costos de Perforación con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.2 Voladura

Ítem	Costo Total
Explosivos	\$ 112.382,72
Alimentación (Polvorineros)	\$ 356,82
Sueldo (Polvorineros)	\$ 3.909,50

Tabla 20. Evaluación de Costos de Voladura con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.3 Carguío

Ítem	Costo Total
Alimentación.	\$ 9.455,75
Sueldos.	\$ 103.601,75
Depreciación de equipo de carga.	\$ 100,61

Tabla 21. Evaluación de Costos de Carguío con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.4 Transporte

Ítem	Costo Total
Alimentación.	\$ 3.211,39
Sueldos.	\$ 38.524,05
Depreciación de equipo de transporte.	\$ 72,00

Tabla 22. Evaluación de Costos de Transporte con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.5 Mantenimiento de equipos

Ítem	Costo Total
Repuestos de cargadora y locomotora.	\$ 38.228,81
Repuestos de perforadoras.	\$ 9.765,48

Tabla 23. Evaluación de Costos de Mantenimiento de Equipos con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.6 Mantenimiento de instalaciones

Ítem	Costo Total
Insumos para mantenimiento de las instalaciones.	\$ 799,38

Tabla 24. Evaluación de Costos de Mantenimiento de Instalaciones con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.7 Depreciación de equipos

Ítem	Costo Total
Depreciación de equipos.	\$ 50,69

Tabla 25. Evaluación de Costos de Depreciación de Equipos con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.8 Depreciación de instalaciones

Ítem	Costo Total
Depreciación de la línea de riel	\$ 40,34
Depreciación de la línea de aire.	\$ 38,63

Tabla 26. Evaluación de Costos de Instalaciones con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.9 Gastos generales

Ítem	Costo Total
Energía eléctrica.	\$ 43.560,00
Equipo de protección personal.	\$ 24.684,24
Herramientas.	\$ 3.541,58
Insumos en general	\$ 62.612,81

Tabla 27. Evaluación de Gastos Generales con Precios Unitarios.

Fuente: Autor.

2.6.10 Sueldos

Ítem	Costo Total
Sueldos superficie	\$ 31.817,90
Sueldos Administrativos	\$ 47.768,75

Tabla 28. Evaluación de Costos de Sueldos.

Fuente: Autor.

2.7 Costo unitario por proceso minero

En las siguientes tablas se presenta la relación del costo unitario por tonelada, de cada uno de los componentes de las etapas del ciclo de minado.

2.7.1 Perforación

Ítem	\$/t
Mano de obra	\$ 10,02
Alimentación	\$ 0,83
Insumos	\$ 7,07
Depreciación de equipos de perforación	\$ 0,002
	\$ 17,92

Tabla 29. Diagnóstico de Costo Unitario en la Perforación.

Fuente: Autor.

2.7.2 Voladura

Ítem	\$/t
Explosivos	\$ 8,44
Alimentación (Polvorineros)	\$ 0,03
Sueldo (Polvorineros)	\$ 0,29
	\$ 8,76

Tabla 30. Diagnóstico de Costo Unitario en la Voladura.

Fuente: Autor.

2.7.3 Carguío

Ítem	\$/t
Alimentación.	\$ 0,71
Sueldos.	\$ 7,78
Depreciación de equipo de carga.	\$ 0,01
	\$ 8,50

Tabla 31. Diagnóstico de Costo Unitario en el Carguío.

Fuente: Autor.

2.7.4 Transporte

Ítem	\$/t
Alimentación.	\$ 0,24
Sueldos.	\$ 2,89
Depreciación de equipo de transporte.	\$ 0,01
	\$ 3,14

Tabla 32. Diagnóstico de Costo Unitario en el Transporte.

Fuente: Autor.

2.7.5 Mantenimiento de equipos

Ítem	\$/t
Repuestos de cargadora y locomotora.	\$ 2,87
Repuestos de perforadoras.	\$ 0,73
	\$ 3,60

Tabla 33. Diagnóstico de Costo Unitario en el Mantenimiento de Equipos.

Fuente: Autor.

2.7.6 Mantenimiento de instalaciones

Ítem	\$/t
Insumos para mantenimiento de instalaciones.	\$ 0,06
	\$ 0,06

Tabla 34. Diagnóstico de Costo Unitario en el Mantenimiento de Instalaciones.

Fuente: Autor.

2.7.7 Depreciación de equipos

Ítem	\$/t
Depreciación de equipos.	\$ 0,004
	\$ 0,004

Tabla 35. Diagnóstico de Costo Unitario en la Depreciación de Equipos.

Fuente: Autor.

2.7.8 Depreciación de instalaciones

Ítem	\$/t
Depreciación de la línea de riel	\$ 0,003
Depreciación de la línea de aire.	\$ 0,003
	\$ 0,01

Tabla 36. Diagnóstico de Costo Unitario en la Depreciación de Instalaciones.

Fuente: Autor.

2.7.9 Gastos generales

Ítem	\$/t
Energía eléctrica.	\$ 3,27
Equipo de protección personal.	\$ 1,85
Herramientas.	\$ 0,27
Insumos en general	\$ 4,70
	\$ 10,09

Tabla 37. Diagnóstico de Costo Unitario en los Gastos Generales.

Fuente: Autor.

2.7.10 Sueldos

Ítem	\$/t
Sueldos superficie	\$ 2,39
Sueldos Administrativos	\$ 3,59
	\$ 5,97

Tabla 38. Diagnóstico de Costo Unitario en los Sueldos.

Fuente: Autor.

2.8 Análisis del costo unitario por tonelaje

Ya obtenidos los valores que interactúan dentro de los costos de producción y según las variables que se presentaron para el estudio, se llegó a determinar que para el periodo de estudio que corresponde a los meses de diciembre, enero y febrero, el costo de producción por tonelada de material de estéril y mineral, es de \$58.05.

Campo	\$/t
Perforación	\$ 17,92 / t
Voladura	\$ 8,76 / t
Carguío	\$ 8,50 / t
Transporte	\$ 3,14 / t
Mantenimiento de equipos	\$ 3,60 / t
Mantenimiento de instalaciones	\$ 0,06 / t
Depreciación de equipos	\$ 0,004 / t
Depreciación de instalaciones	\$ 0,01 / t
Gastos generales	\$ 10,09 / t
Sueldos	\$ 5,97 / t
TOTAL	\$ 58,05 / t

Tabla 39. Análisis del Costo Unitario por tonelaje.

Fuente: Autor.

2.9 Análisis del costo unitario por gramo de oro

Se procede a realizar el análisis del costo de tonelada de material con la ley de corte y de esta manera determinar el costo unitario de gramo de oro.

Ley de Corte (g/t)	Costo por Tonelada (\$/t)	Costo por Gramo Oro (\$/g)
8,143333333	58,05	7,13

Tabla 40. Análisis del Costo Unitario por Gramo de Oro.

Fuente: Autor.

Se obtiene que el costo estimado del gramo de oro en el proceso de explotación, es de \$ 7.13 / g, este valor representa el costo del gramo desde su extracción hasta la salida de bocamina.

CAPÍTULO III

OPTIMIZACIÓN DE RESULTADOS

Se realizó una investigación financiera teórica y de campo correspondientes a un periodo trimestral de diciembre 2020, enero y febrero de 2021, correspondientes a empresas mineras del distrito minero Ponce Enríquez, las empresas mineras trabajan sin parar, lo que indica que sus costos son continuos, a medida que una mina crece, esta exige mayor mano de obra y equipos.

El proceso se base primeramente en un revisión, clasificación y asociación de los costos que se analizan en cada proceso, para proceder agruparlos y obtener el costo de la tonelada, posteriormente con este resultado se realiza la relación con la ley de corte para obtener el costo de gramo de oro por tonelada.

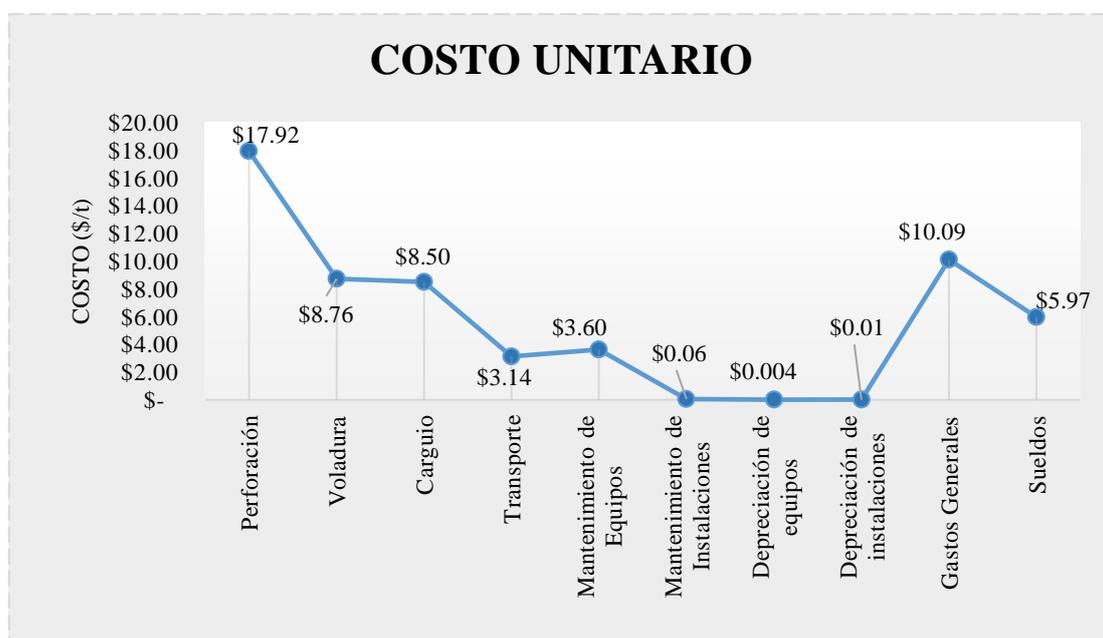


Ilustración 14. Análisis de Costo Unitario

Fuente: Autor.

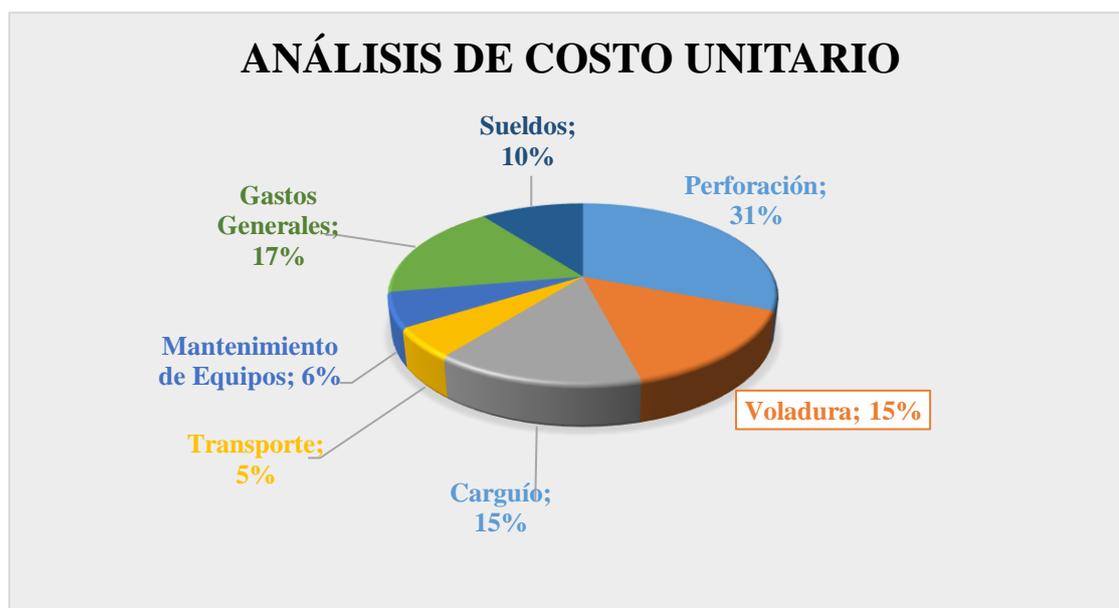


Ilustración 15. Análisis Porcentual de Costo Unitario.

Fuente: Autor.

En la pequeña minería aurífera subterránea, el proceso de perforación es el de mayor costo, ya que cuenta aproximadamente con el 31% del costo total de producción, con valor de \$17.92, ya que es el proceso en donde se da un uso elevado de equipos e insumos de perforación.

Seguidamente el campo de gastos generales es de gran incidencia en el costo producción, ya que se representa un 17%, con un valor \$10.09, esto se debe a que representa el consumo de energía, herramientas e insumos en generales.

El proceso de voladura tiene el 15% del costo total de producción, con un costo de \$8.76, siendo el tercer valor más alto, debido a que representa los explosivos y mano de obra de los polvorineros, el proceso de carguío es similar al de voladura con un 15%, con un valor de \$8.50 del costo de producción de una tonelada, esto debido a mano de obra y depreciación de los equipos.

Los sueldos es otro dato importante que representan el 10% con un valor de \$5.97 del costo total de producción, en este campo se toma en cuenta los sueldos de personal de superficie y administrativos.

El mantenimiento de los equipos es un costo de importancia que tiene un porcentaje del 6%, con un costo de \$3.60 del costo total de producción, tomamos en cuenta el mantenimiento de los equipos de perforación, carguío y transporte.

La fase de transporte representa el 5%, con un costo de \$3.14 del costo total de producción, debido a la alimentación, mano de obra y depreciación de equipos.

Los campos de depreciaciones de equipos en general, de instalaciones y mantenimiento de instalaciones, representan un porcentaje bajo, con un costo mínimo que afecte al costo de producción.

Una vez analizados y sumados todos los costos de producción se obtuvo que el costo total de tonelada es de \$58.05, posteriormente se trabajó con un promedio de leyes.

Caso	Ley (g/t) Au
1	7,5
2	6,93
3	10
Promedio	8,143333333 g/t

Tabla 41. Promedio Ley.

Fuente: Autor.

Se trabajó con el promedio de ley que es de 8.143 g/t Au

Realizando los cálculos necesarios se obtuvo que el gramo de oro en el proceso de explotación es de \$ 7.13 / g.

Analizando los procesos con el costo de gramo de oro se obtiene el costo unitario en cada proceso.

Proceso / Campo	\$ /g Au
Perforación	\$ 2,20
Voladura	\$ 1,07
Carguío	\$ 1,04
Transporte	\$ 0,39
Mantenimiento de equipos	\$ 0,44
Mantenimiento de instalaciones	\$ 0,01
Depreciación de equipos	\$ 0,00
Depreciación de instalaciones	\$ 0,00
Gastos generales	\$ 1,24
Sueldos	\$ 0,73
Total	\$ 7,13 g Au

Tabla 42. Costo Gramo Oro.

Fuente: Autor.

3.1 Ajuste de modelo contable matemático

Una vez establecidas las variables en cada uno de los procesos del ciclo de minado, se procede a realización de un simulador, con el fin de calcular, interpretar y analizar los costos en cada proceso, de esta manera llegando a determinar el costo por tonelada de material y nuestro objetivo principal que es el costo del gramo de oro desde la extracción hasta la salida de bocamina.

Los valores que dará como resultado el simulador será reales en poco tiempo de aplicación, el simulador ayudará a varias empresas del sector minero que cuenten con variables similares aplicadas, esto permitirá identificar variables de interés críticas o las más importantes para poner más atención y atenderlas.

Con el simulador se reducirá significativamente el tiempo de cálculos, lo cual ayudará a la toma de decisiones y corrección de ciertas variables preocupantes. De igual manera ayudara a empresas mineras que no llevan un adecuado registro y análisis de sus costos ya que trabajan de una manera empírica lo cual afecta directamente a su producción.

3.1.1 Guía de uso del Simulador

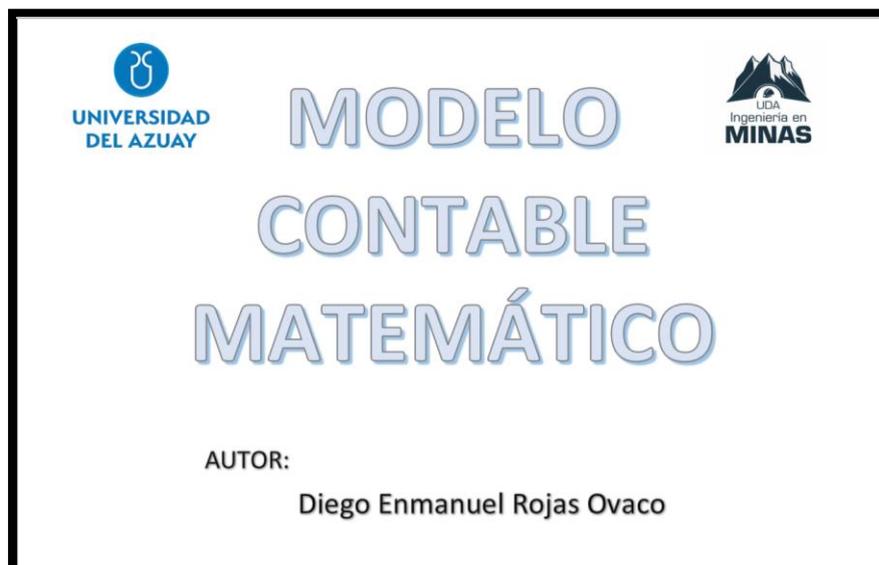


Ilustración 16. Modelo Contable.

Elaborado por: Autor

El modelo contable cuenta con todos los procesos que interactúan en el ciclo de minado.

En la ilustración 17. Se observa la interfaz de sueldos, tanto interior mina como exterior mina.

The screenshot shows a software interface titled 'SUELDOS'. It is divided into two main sections: 'PERSONAL INTERIOR MINA' on the left and 'PERSONAL EXTERIOR MINA' on the right. Each section contains three input fields labeled 'Cargo', 'Cantidad', and 'Salario', and a 'Calcular' button. The 'PERSONAL INTERIOR MINA' section has a dropdown menu for 'Cargo' that is currently open, showing a list of job titles.

Ilustración 17. Interfaz Sueldos.

Fuente: Autor.

En la ilustración 18, se selecciona el cargo que se desea agregar, se aplica el mismo proceso para personal interior como exterior mina.

This screenshot is a close-up of the 'PERSONAL INTERIOR MINA' section from the previous illustration. The 'Cargo' dropdown menu is open, displaying a list of job titles: 'Jefe de Mina', 'Supervisor de Operaciones', 'Supervisor (Capataz)', 'Monitor de Seguridad', 'Perforista', 'Ayudante perforista', and 'Ayudante de Mina'. The 'Calcular' button is visible to the right of the dropdown.

Ilustración 18. Selección del Cargo.

Fuente: Autor.

En la ilustración 19, se ingresa la cantidad de personal de cargo antes seleccionado conjuntamente con el salario. Luego se presiona el botón calcular, el resultado ingresa directamente a la base datos para continuar ingresando.

PERSONAL INTERIOR MINA		
Cargo	Jefe de Mina	Calcular
Cantidad	2	
Salario	1200	

Ilustración 19. Ingreso de Datos.

Fuente: Autor.

La ilustración 20, presenta el interfaz de Alimentación y Energía, en el cual se agrega los valores correspondientes y se procede a calcular, los resultados se sumarán directamente a la base datos para continuar ingresando datos.

ALIMENTACIÓN Y ENERGÍA	ALIMENTACIÓN	ENERGÍA
	Alimentación <input type="text"/> <input type="button" value="Calcular"/>	Energía <input type="text"/> <input type="button" value="Calcular"/>

Ilustración 20. Interfaz de Alimentación y Energía.

Fuente: Autor.

La ilustración 21, presenta el interfaz de Producción de toneladas diarias y el tiempo de análisis, en el cual se agrega los valores correspondientes y se procede a calcular, los resultados se sumarán directamente a la base datos para continuar ingresando datos.

PRODUCCIÓN DIARIA	TIEMPO DE ANÁLISIS
Producción Diaria <input type="text"/> <input type="button" value="Calcular"/>	Días <input type="text"/> <input type="button" value="Calcular"/>

Ilustración 21. Interfaz de Producción y Tiempo de Análisis.

Fuente: Autor.

La ilustración 22, muestra el interfaz del Proceso de Perforación, en donde se muestra los repuestos de perforación, los insumos de perforación y las perforadoras con sus accesorios.

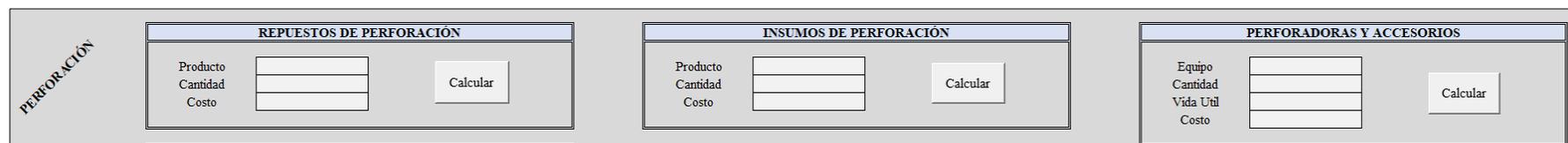


Ilustración 22. Interfaz del Proceso de Perforación.

Fuente: Autor.

La ilustración 23, 24 y 25, indica que tenemos que seleccionar el producto del listado de la base de datos.

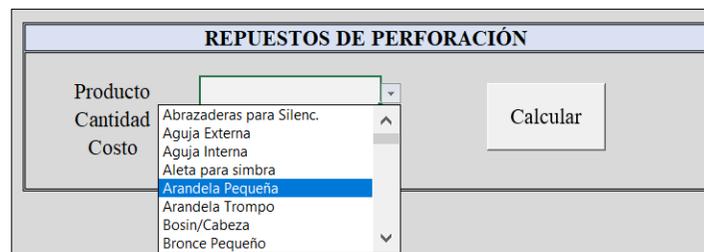


Ilustración 23. Selección del Repuesto de Perforación.

Fuente: Autor.

The screenshot shows a window titled "PERFORADORAS Y ACCESORIOS". On the left, there are labels for "Equipo", "Cantidad", "Vida Util", and "Costo". The "Equipo" label is next to a dropdown menu that is open, showing two options: "Perforadora YT27" (highlighted in blue) and "Pie de avance PYT27". To the right of these fields is a button labeled "Calcular".

Ilustración 24. Selección de Perforadoras y Accesorios, para calcular la depreciación.

Fuente: Autor.

The screenshot shows a window titled "INSUMOS DE PERFORACIÓN". On the left, there are labels for "Producto", "Cantidad", and "Costo". The "Producto" label is next to a dropdown menu that is open, showing several options: "Aceite", "Alambre Galvanizado N.º 14", "Barras Atlas Copco 1.2" (highlighted in blue), "Barras Atlas Copco 1.6", "Barras Atlas Copco 1.8", "Brocas Atlas Copco #38", and "Brocas Maxdrill #38". To the right of these fields is a button labeled "Calcular".

Ilustración 25. Selección de Insumos de Perforación.

Fuente: Autor.

La Ilustración 26, ingresamos los datos de cantidad y costo, procedemos a presionar el botón de calcular y el resultado se agrega automáticamente a la base de datos.

REPUESTOS DE PERFORACIÓN	
Producto	Aguja Externa
Cantidad	2
Costo	1.90

Ilustración 26. Ingresar Datos de los Repuestos de Perforación.

Fuente: Autor.

La ilustración 27, permite ingresar los datos para calcular la Depreciación de las perforadoras y accesorios.

PERFORADORAS Y ACCESORIOS	
Equipo	Perforadora YT27
Cantidad	2
Vida Util	3
Costo	800

Ilustración 27. Ingresar Datos de Perforadoras y Accesorios.

Fuente: Autor.

La ilustración 28 y 29, muestran el interfaz del Proceso de Voladura, Carguío y Transporte.

VOLADURA	EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS	
	Producto	<input type="text"/>
	Cantidad	<input type="text"/>
	Costo	<input type="text"/>

Ilustración 28. Interfaz de Explosivos y Accesorios.

Fuente: Autor.

The image shows a software interface titled 'CARGA Y TRANSPORTE'. It is divided into three main sections:

- REPUESTOS E INSUMOS:** Contains input fields for 'Producto', 'Cantidad', and 'Costo', followed by a 'Calcular' button.
- EQUIPOS DE CARGA:** Contains input fields for 'Equipo', 'Cantidad', 'Vida Útil', and 'Costo', followed by a 'Calcular' button.
- EQUIPOS DE TRANSPORTE:** Contains input fields for 'Equipo', 'Cantidad', 'Vida Útil', and 'Costo', followed by a 'Calcular' button.

Ilustración 29. Interfaz de Carga y Transporte.

Fuente: Autor.

La ilustración 30, 31 y 32, indica que tenemos que seleccionar el producto que se desea ingresar del listado de la base de datos, posteriormente se coloca la cantidad y costo del producto seleccionado y procedemos a presionar el botón de calcular, el resultado se añade directamente a la base de datos.

This is a close-up of the 'REPUESTOS E INSUMOS' section from the previous image. The 'Producto' field has a dropdown menu open, showing a list of items:

- Abrazaderas 12-7 (Cargad...
- Abrazaderas Eje Vag.
- Aceite 140
- Agua acidulada con densic
- Agua Acidulada
- Agua Acidulada con densic
- Agua Destilada
- Agua destilada cilindro

The 'Cantidad' and 'Costo' fields are empty, and the 'Calcular' button is visible to the right.

Ilustración 30. Selección de Repuestos e Insumos.

Fuente: Autor.

Ilustración 31. Selección de Equipo de Carga.

Fuente: Autor.

Ilustración 32. Selección de Equipo de Transporte.

Fuente: Autor.

La ilustración 33, muestra la interfaz de Insumos generales, Herramientas y Mantenimiento de Instalaciones. Se realiza el mismo proceso de selección del producto luego se ingresa la cantidad y costo. Se presiona el botón de calcular y la programación añade automáticamente el resultado a la base de datos.

The image shows a software interface for 'INSUMOS GENERALES' (General Inputs). It consists of three main panels arranged horizontally. On the far left, there is a vertical label 'INSUMOS GENERALES'. The first panel is titled 'INSUMOS GENERALES' and contains three input fields labeled 'Producto', 'Cantidad', and 'Costo', followed by a 'Calcular' button. The second panel is titled 'HERRAMIENTAS' (Tools) and also contains three input fields labeled 'Producto', 'Cantidad', and 'Costo', followed by a 'Calcular' button. The third panel is titled 'MANTENIMIENTO E INSTALACIONES' (Maintenance and Installations) and contains three input fields labeled 'Producto', 'Cantidad', and 'Costo', followed by a 'Calcular' button.

Ilustración 33. Interfaz de Insumos Generales.

Fuente: Autor.

La ilustración 34, muestra los Equipos, Repuestos e Insumos. Se procede a seleccionar el equipo y añadir los datos de cantidad, vida útil y costo, se presiona el botón de calcular y el resultado de la depreciación guarda automáticamente en la base de datos. En la sección de repuestos e insumos se añe los datos y se presiona el botón de calcular y el resultado se añade a la base de datos.

The image shows a software interface for 'EQUIPOS' (Equipment). On the left, there is a vertical label 'EQUIPOS'. The main panel is titled 'EQUIPOS' and contains a dropdown menu for 'Equipo' with a list of equipment options: 'Compresor Ingersoll Rand 1', 'Compresor Ingersoll Rand 2', 'Compresor Sullair 250 HP', 'Compresor Sullair 100 HP', 'Bomba Weg 15HP', 'Bomba Mec 30 HP', 'Bomba T80', and 'Bomba Wilder 25'. Below the dropdown are input fields for 'Cantidad', 'Vida Util', and 'Costo', followed by a 'Calcular' button. To the right of this panel is another panel titled 'REPUESTOS E INSUMOS' (Repairs and Inputs) with input fields for 'Producto', 'Cantidad', and 'Costo', followed by a 'Calcular' button.

Ilustración 34. Selección de Equipo.

Fuente: Autor.

La ilustración 35 y 36, muestras las Actividades Auxiliares. Se realiza el mismo proceso de selección de equipo e ingresar los datos de cantidad, vida útil y costo, posterior se presiona el botón de calcular y el resultado de la depreciación se añade automáticamente a la base de datos.

The image shows a software interface for auxiliary activities. On the left, a vertical label reads 'ACTIVIDADES AUXILIARES'. The main area is divided into two panels: 'LÍNEA DE AIRE' and 'LÍNEA DE RIEL'. Each panel contains a table with four rows labeled 'Equipo', 'Cantidad', 'Vida Útil', and 'Costo'. In the 'LÍNEA DE AIRE' panel, the 'Equipo' field is a dropdown menu with a small arrow icon. In the 'LÍNEA DE RIEL' panel, the 'Equipo' field is a simple text input box. Both panels have a 'Calcular' button to the right of the table.

Ilustración 35. Interfaz de Actividades Auxiliares.

Fuente: Autor.

This screenshot shows the same interface as Illustration 35, but with the 'Equipo' dropdown menu in the 'LÍNEA DE AIRE' panel open. The dropdown list contains four items: 'Tubería 10"', 'Tubería HDPE 6"', 'Manga 22"', and 'Manga 17\". The 'LÍNEA DE RIEL' panel remains unchanged.

Ilustración 36. Selección e Ingreso de Datos.

Fuente: Autor.

La ilustración 37, muestra el interfaz en donde se presentará la tabla de resultados, presionando mostrar tabla.

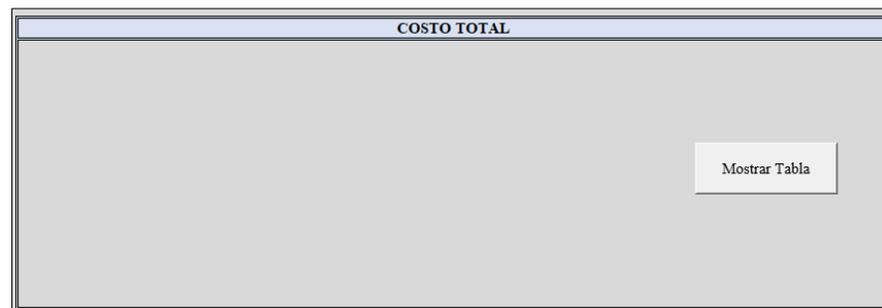


Ilustración 37. Interfaz de Resultados

Fuente: Autor.

La ilustración 38, muestra la tabla de resultados.

En este caso los resultados que se muestran son los valores trabajados en todo el proyecto.

COSTO TOTAL			
Ítem	Costo Total	S/t	%
Perforación	\$ 238,675.81	\$ 17.92	30.87%
Voladura	\$ 116,648.62	\$ 8.76	15.09%
Carga y Transporte	\$ 154,951.83	\$ 11.63	20.04%
Mantenimiento de Equipos	\$ 47,994.29	\$ 3.60	6.21%
Mantenimiento de Instalaciones	\$ 799.38	\$ 0.06	0.10%
Depreciación de Equipos	\$ 50.69	\$ 0.00	0.01%
Depreciación de Instalaciones	\$ 78.97	\$ 0.01	0.01%
Gastos Generales	\$ 134,398.63	\$ 10.09	17.38%
Sueldos	\$ 79,586.65	\$ 5.97	10.29%
TOTAL	\$ 773,184.88	\$ 58.05	100%

Mostrar Tabla

Ilustración 38. Mostrar Tabla de Resultados.

Fuente: Autor.

La ilustración 39, nos muestra una tabla actualizada de resultados, con nuevos datos ingresados y diferentes a los trabajados.

En esta sección se puede realizar una comparación de datos finales como el costo total y el costo de la tonelada de material.

COMPARACIÓN			
Ítem	Costo Total	S/t	%
Perforación	\$ 238,787.41	\$ 17.93	30.87%
Voladura	\$ 116,652.22	\$ 8.76	15.08%
Carga y Transporte	\$ 155,079.63	\$ 11.64	20.05%
Mantenimiento de Equipos	\$ 47,994.29	\$ 3.60	6.21%
Mantenimiento de Instalaciones	\$ 799.38	\$ 0.06	0.10%
Depreciación de Equipos	\$ 50.69	\$ 0.00	0.01%
Depreciación de Instalaciones	\$ 78.97	\$ 0.01	0.01%
Gastos Generales	\$ 134,398.63	\$ 10.09	17.38%
Sueldos	\$ 79,586.65	\$ 5.97	10.29%
TOTAL	\$ 773,427.88	\$ 58.07	100%

Ilustración 39. Comparación de Resultados.

Fuente: Autor.

La ilustración 40, muestra la sección de Grafico, se procede a presionar el botón de mostrar gráfico, en la ilustración 41 se muestra el grafico con los resultados actualizados de los valores previamente ingresados en cada uno de los procesos.

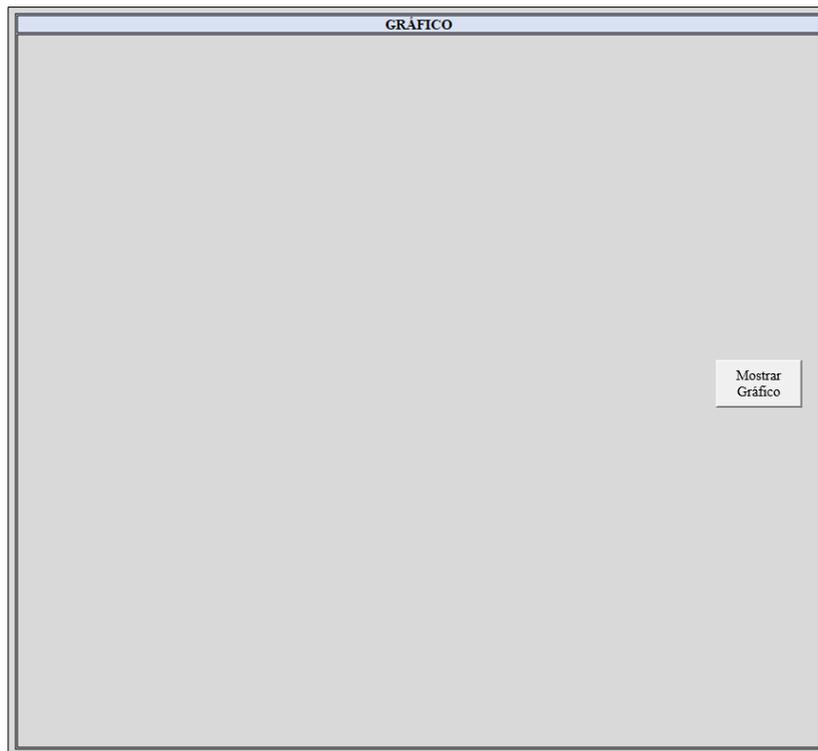


Ilustración 40. Interfaz Ingresar Grafico.

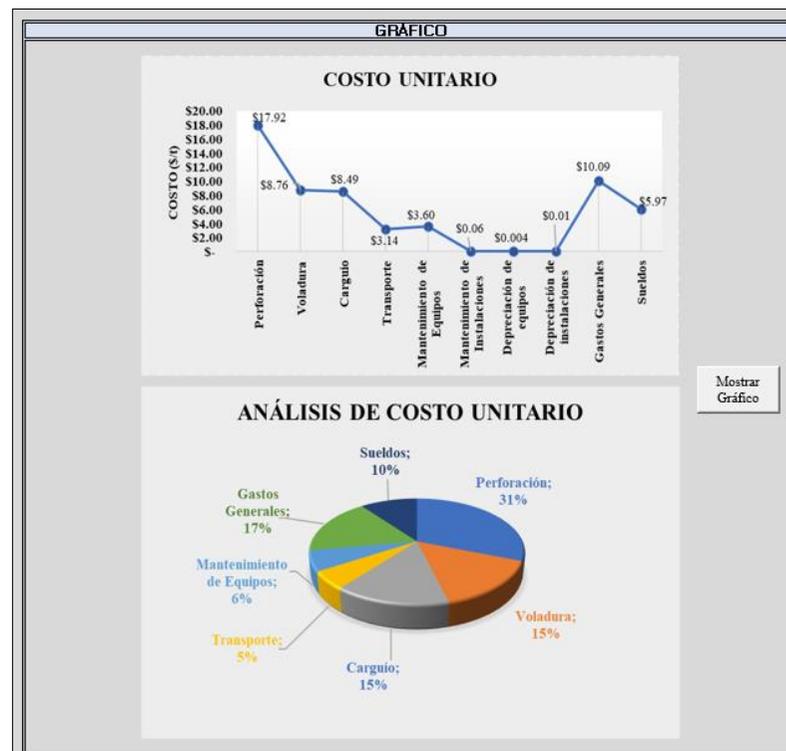
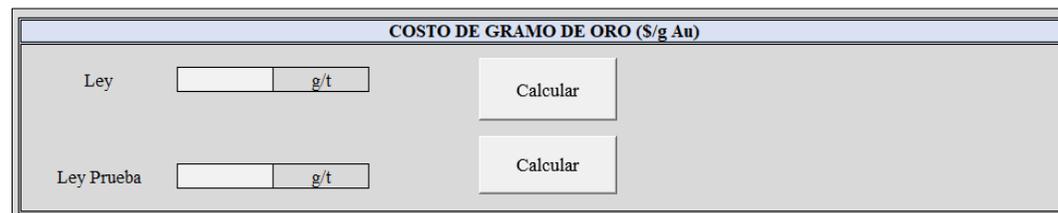


Ilustración 41. Gráfico Ingresado.

Fuente: Autor.

La ilustración 42, muestra el interfaz para calcular el valor final del costo de gramo de oro.

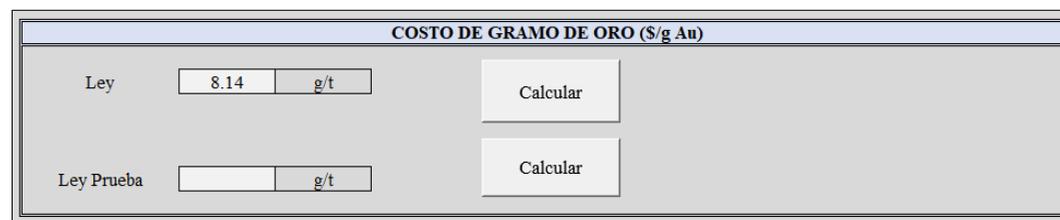


COSTO DE GRAMO DE ORO (\$/g Au)		
Ley	<input type="text"/>	g/t
		Calcular
Ley Prueba	<input type="text"/>	g/t
		Calcular

Ilustración 42. Interfaz de Costo de Gramo de Oro.

Fuente: Autor.

La ilustración 43, en esta sección se ingresa la ley que se ocupó en todo el trabajo, luego presionamos en botón de Calcular.



COSTO DE GRAMO DE ORO (\$/g Au)		
Ley	<input type="text" value="8.14"/>	g/t
		Calcular
Ley Prueba	<input type="text"/>	g/t
		Calcular

Ilustración 43. Ingresar Ley

Fuente: Autor.

En la ilustración 44, se muestra el resultado final del costo de gramo de oro.

COSTO DE GRAMO DE ORO (\$/g Au)				
Ley	<input type="text" value="8.14"/>	<input type="text" value="g/t"/>	<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="text" value="S/g Au"/> <input type="text" value="7.131070424"/>
Ley Prueba	<input type="text"/>	<input type="text" value="g/t"/>	<input type="button" value="Calcular"/>	

Ilustración 44. Resultado de Costo de Gramo de Oro.

Fuente: Autor.

En la ilustración 45, nos muestra un nuevo resultado al ingresar una ley diferente, este parámetro nos permite comparar resultados del costo de gramo de oro.

COSTO DE GRAMO DE ORO (\$/g Au)				
Ley	<input type="text" value="8.14"/>	<input type="text" value="g/t"/>	<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="text" value="S/g Au"/> <input type="text" value="7.131070424"/>
Ley Prueba	<input type="text" value="9.8"/>	<input type="text" value="g/t"/>	<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="text" value="S/g Au"/> <input type="text" value="5.923154414"/>

Ilustración 45. Comparación de Costo de Gramo de Oro.

Fuente: Autor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La gran parte de empresas mineras en el distrito minero Camilo Ponce Enríquez se dedican a la explotación aurífera subterránea, estas empresas trabajan con aspectos similares, como los procesos, el número de trabajadores, sueldos, maquinarias utilizadas en las diferentes técnicas de minado, herramientas, equipos, EPP, alimentación y demás aspectos, razón por la que se ha podido realizar un análisis de costos, para aplicarlos en empresas del sector, siguiendo las normas y estándares existentes.
- Para el análisis se tomó en consideración únicamente al personal que labora directamente en el proceso de extracción, como trabajadores de interior mina y supervisores. En exterior mina como mecánicos, electromecánicos, personal de seguridad y salud ocupacional, el personal administrativo, de gerencia, trabajadores de planta, o mecánicos de planta no fueron tomados en cuenta dentro del estudio.
- En los tres meses que duró la investigación, se obtuvo una producción total de 13320 toneladas de material, con una producción diaria promedio de 148 toneladas tomando en consideración que sus jornadas de trabajo son continuas, sin tiempos muertos en el ciclo de minado.
- Con los análisis realizados de forma detallada en cada fase, se logró determinar los costos de cada una de ellas, en la producción por toneladas de material en el proceso de explotación, los que se encuentran alrededor de los \$58.05, este valor representa el costo desde la fase de perforación hasta la salida del material de bocamina.
- Se determinó un promedio de tres leyes del sector, teniendo como resultado una ley de 8,14 g/t, que es el valor con el que se realizaron los cálculos obteniendo el costo unitario de \$7.13 / g Au.
- La aplicación y programación del modelo matemático ajustable simulado, ayuda considerablemente en un gran porcentaje a procesar los cálculos necesarios para obtener los costos de producción en la fase de explotación, determinando así en poco tiempo el costo total del gramo del oro en dicha fase y a la vez identificando los procesos donde se encuentran los costos más elevados para analizar y brindar una alternativa para disminuir los mismos.

- El simulador nos permite trabajar con una base de datos de costos de todos los procesos del ciclo de minado, de esta manera se puede realizar cálculos más precisos y reales, ya no de una manera empírica como lo realizan varias empresas mineras, pues esta es una herramienta precisa para analizar y optimizar costos.

Recomendaciones

- Identificar los factores que actúan dentro de la fase perforación ya que es el proceso que mayor costo tiene, debido a la manera empírica que el personal trabaja, se pueden apoyar con cálculos y diseños de perforación.
- Instaurar planes de mantenimiento, ya sean; preventivo, predictivo o correctivo; enfocado a todos los equipos, ya que debido a fallas mecánicas se interrumpe el ciclo de minado, afectando directamente a la producción, de esta manera elevando costos de producción por los tiempos muertos que se presentan.
- El simulador está programado para realizar cálculos a empresas mineras de explotación subterránea, con procesos y variables similares a las aplicadas en el presente trabajo dentro del distrito minero Camilo Ponce Enríquez.
- Realizar un análisis de costos de todos los procesos en planta, para determinar un costo de gramo de oro más preciso y real.
- Efectuar y controlar un seguimiento de tiempos de las maquinarias y trabajadores, para optimizar las labores y costos en distintas fases del ciclo de minado.

BIBLIOGRAFÍA

- AHM. (2008). Vias Ferreas. AHM. Obtenido de <http://viasferreas.blogspot.com/2008/09/plataforma.html?m=0>
- Amstrong , J., & Menon, R. (2001). *Minas y Canteras*. Madrid: Industrias basadas en recursos.
- BCE. (2016). *REPORTE DE MINERÍA*. Quito: Publicaciones Económicas.
- Bernaola, J. (2013). *Perforación y Voladura de Rocas en Minería*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- BullionVault. (Mayo de 2014). *BullionVault*. Obtenido de <https://oro.bullionvault.es/guia-oro/mineria-de-oro#>
- Cárdenas , L., & Gavilanes, M. (2018). *Análisis y optimización de ostos de producción del sistema de explotación de minerales metalicos, caso de aplicación Prodomin S.A Y Minervilla Cía. Ltda*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- CETEMIN. (2014). *Manual de Perforación y Voladura*. LIMA: CETEMIN.
- Cruzat, A. (2008). *Carguio y transporte*. La Serena: Unversidad de La Serena.
- División de Recursos Naturales e Infraestructura. (2006). *La Importancia de la Actividad Minera*. Cepal.
- EcuRed. (2019). Obtenido de [https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Camilo_Ponce_Enr%C3%ADquez_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Camilo_Ponce_Enr%C3%ADquez_(Ecuador))
- Exsa. (2018). *Manual práctico de voladura*. Lima: Exsa.
- Flores, K. (2012). *Servicios Auxiliares*. Tambo: Universidad Nacional del Centro de Perú.
- Fundamentos de Ingenieria. (2012). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ivanovich88/t11-f>
- Gómez , R., & Grima, C. (2018). *Métodos de Explotación en Minería*. Concepción: Universidad de Concepción.
- Horngren, C. (2012). *Contabilidad de Costos*. Mexico D.F.: Pearson.

- Ingeopres. (2011). *Perforación y Voladura*. Madrid: Entorno gráfico, S,L.
- INIGEMM. (2000).
- Izan, H. (2018). *Carguio y acarreo*. Obtenido de https://www.academia.edu/39351286/CARGUIO_Y_ACARREO
- Lopez , V. (2017). *Proyecto Integrador Mapeo Geotécnico*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Ortiz , J. (2010). *Explotación de Minas*. Santiago: Universidad de Chile.
- Ortiz , J. (2015). *Generalidades acerca del manejo de minerales*. Santiago: Universidad de Chile.
- Paye, J. (2020). *Implementación del Sistema de Extracción con Locomotora y Carros Mineros sobre Rieles*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Positiva. (2017). Bogotá: Agencia Nacional de Minería.
- Ruiz, A. (2015). *Economía Minera*. Universidad Nacional de Ancash.
- Salva la Selva. (2011). *Salva la Selva*. Obtenido de <https://www.salvalaselva.org/temas/materias-primas/oro#start>
- Seguridad Minera. (Abril de 2016). *Seguridad Minera*. Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/medidas-de-seguridad-en-la-perforacion-minera-subterranea-y-superficial/>
- Seguridad Minera. (Marzo de 2017). *Seguridad Minera*. Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/el-carguio-y-transporte-y-su-relacion-con-otras-etapas-de-la-explotacion/>
- Sernageomin. (2015). *Ventilación de Minas*. Santiago: Sernageomin.
- Sonami. (2014). *Guías de operación para la pequeña minería*. Santiago : Sonami.
- Udolkin, S. (2014). *Conatabilidad de costos y de gestión* . Lima: Universidad del Pacifico.
- Valenzuela , C. (2014). *Determinación de costos unitarios, una herramienta financiera en las empresas*. Óbregon.

Zapata , P. (2015). *Contabilidad de Costos: herramientas para la toma de decisiones*.
Bogotá: Alfaomega.