



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA MINAS

**ANÁLISIS DE COSTO/BENEFICIO UTILIZANDO LA
METODOLOGIA DE ABSORCIÓN APLICADA EN LA
MINA "NUEVO AMANECER" PERTENECIENTE A LA
CONCESIÓN SAN SEBASTIAN II UBICADA EN EL SECTOR RIO
VILLA, CANTÓN CAMILO PONCE ENRIQUEZ, PROVINCIA
DEL AZUAY.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MINAS

AUTORES:

JOSE DAMIAN VALVERDE VILLAVICENCIO

ANDRES FERNANDO JARAMILLO VILLA

Macas – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA MINAS

**ANÁLISIS DE COSTO/BENEFICIO UTILIZANDO LA
METODOLOGIA DE ABSORCIÓN APLICADA EN LA
MINA "NUEVO AMANECER" PERTENECIENTE A LA
CONCESIÓN SAN SEBASTIAN II UBICADA EN EL SECTOR RIO
VILLA, CANTÓN CAMILO PONCE ENRIQUEZ, PROVINCIA
DEL AZUAY.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MINAS

AUTORES: JOSE DAMIAN VALVERDE VILLAVICENCIO

ANDRES FERNANDO JARAMILLO VILLA

DIRECTOR: Ing. GREGORY GUILLERMO CUESTA ANDRADE, MSc.

Macas – Ecuador

2023

© 2023, José Damián Valverde Villavicencio & Andrés Fernando Jaramillo Villa

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, José Damián Valverde Villavicencio & Andrés Fernando Jaramillo Villa, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 27 de noviembre de 2023



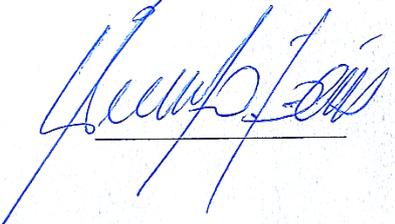
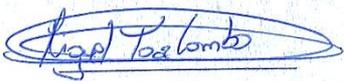
José Damián Valverde Villavicencio
140062708-7



Andrés Fernando Jaramillo Villa
010655211-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA MINAS

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto Técnico, **ANÁLISIS DE COSTO/BENEFICIO UTILIZANDO LA METODOLOGIA DE ABSORCIÓN APLICADA EN LA MINA "NUEVO AMANECER" PERTENECIENTE A LA CONCESIÓN SAN SEBASTIAN II UBICADA EN EL SECTOR RIO VILLA, CANTÓN CAMILO PONCE ENRIQUEZ, PROVINCIA DEL AZUAY.**, realizado por los señores: **JOSÉ DAMIAN VALVERDE VILLAVICENCIO & ANDRÉS FERNANDO JARAMILLO VILLA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Alex Estuardo Erazo Lara, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-11-27
Ing. Gregory Guillermo Cuesta Andrade, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR		2023-11-27
Ing. Víctor Miguel Toalombo Vargas, MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-11-27

DEDICATORIA

A mis padres, mi inspiración y guía constantes, esta dedicatoria es un tributo a su amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificio desinteresado. Ustedes han sido mis pilares en esta travesía, siempre alentándome a alcanzar las estrellas y persiguiendo mis pasiones. Mamá, tus brazos siempre han sido un refugio seguro, tus palabras de aliento han sido mi motor y tu amor inmenso ha sido mi fuerza. Me has enseñado a ser valiente, a luchar por mis sueños y a nunca renunciar. Tu dedicación y sacrificio han sido un regalo inigualable. Papá, tu sabiduría y orientación me han dado una brújula en el camino. Tu perseverancia y enfoque me han inspirado a superar todos los obstáculos que se me presentan. Tus palabras de aliento y tus consejos prácticos han sido siempre un faro de luz en mi vida. Juntos, ustedes han sido el viento en mis velas, impulsándome hacia adelante cuando la vida se volvía difícil. Gracias por creer en mí incluso cuando tenía dudas, por animarme a perseguir mis sueños y por estar a mi lado en cada paso de este viaje. Esta dedicación no solo es para ustedes, sino también para todos aquellos cuyas miradas esperanzadas y palabras motivadoras me han impulsado a dar lo mejor de mí. A mis seres queridos, amigos y mentores, gracias por su amor y apoyo inquebrantables.

Andrés

Este trabajo de integración curricular está dedicado especialmente a mis padres, Margarita y José, a mis hermanos Jennifer, Diana y John, y demás familiares, que me apoyaron y estuvieron a mi lado en las buenas y en las malas siempre. Gracias por enseñarme a superar obstáculos sin perder la cabeza ni rendirme. Mis principios, valores, perseverancia y celo me han ayudado a convertirme en la persona que soy hoy. Valores que sin duda ustedes han sembrado en mí y hoy es fruto de toda una vida de enseñanza. Todo ello con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio, sepan que siempre me sentiré orgulloso de ustedes. A mis profesores y mentores, por su dedicación y pasión por la enseñanza y por guiarme en mi camino. A mis compañeros, por las risas y el estudio. Por las conversaciones estimulantes, y los momentos que compartimos juntos. Para todos y cada una de las personas mencionadas, y por las que no, este trabajo es por y para ustedes. Agradecido en Dios, con cariño respeto y admiración.

José

AGRADECIMIENTO

Queridos mamá y papá, en este importante capítulo de nuestra vida, queremos dedicarles nuestro más profundo agradecimiento y reconocimiento. Ustedes han sido la fuerza que nos impulsa a alcanzar nuestros sueños, y el éxito en esta tesis no habría sido posible sin su apoyo incondicional. A nuestras mamás, por su amor inquebrantable y sacrificio constantemente que nos han inspirado. Gracias por sus palabras de aliento, sus abrazos reconfortantes y por estar a nuestro lado en cada paso del camino. A nuestros papás, por su constante motivación y guía han ayudado a superar desafíos y a no renunciar ante la adversidad. Su sabiduría y experiencia han sido una fuente inagotable de inspiración para nosotros sus hijos. Gracias por animarnos a perseguir nuestras metas y por creer en nosotros incluso cuando dudábamos de nuestras capacidades. Ambos han sido nuestro equipo de apoyo incondicional, brindándonos el espacio y el tiempo que necesita para concentrarnos en este logro académico. Su confianza y su amor infinito son los cimientos sobre los que nuestro éxito se construye. Esta tesis representa no solo la dedicación y esfuerzo, sino también el amor y la gratitud que sentimos por ustedes. A nuestros maestros, amigos y demás familiares que han formado parte de este periodo de formación de vida les viviremos agradecidos eternamente. Dios los bendiga a todos. Con todo nuestro amor, cariño y gratitud.

José & Andrés

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. <i>Realidad problemática</i>	3
1.2.2. <i>Actividad minera: provincia</i>	3
1.2.3. <i>Actividad minera: cantón</i>	3
1.2.4. <i>Actividad minera: sector</i>	4
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Referencias teóricas.....	6
2.1.1. <i>La minería</i>	6
2.1.2. <i>Minería subterránea</i>	6
2.1.3. <i>Labores de preparación general</i>	7
2.1.4. <i>Labores mineras de acceso</i>	7
2.1.5. <i>Labores mineras de preparación</i>	8
2.1.6. <i>Diseño de estructuras subterráneas</i>	10
2.1.7. <i>Selección del método de explotación</i>	10

2.1.8.	<i>Diseño de explotación</i>	10
2.1.9.	<i>Criterios para el diseño de explotación</i>	11
2.2.	Definición de la metodología de absorción	14
2.2.1.	<i>Estructura de costos de producción de una unidad minera</i>	15
2.2.2.	<i>Costos conjuntos en los procesos mineros</i>	16
2.3.	Contabilidad de costos	16
2.3.1.	<i>Costos fijos y variables</i>	16
2.3.2.	<i>Diferencia entre costo y gasto</i>	18
2.3.3.	<i>Elementos del costo</i>	18
2.3.4.	<i>Clasificación de costos</i>	18
2.3.5.	<i>Costo variable</i>	21
2.3.6.	<i>Costo absorbente</i>	22
2.3.7.	<i>Diferencia entre costo variable y costo absorbente</i>	22
2.3.8.	<i>Costos unitarios en la explotación de minería subterránea</i>	23
2.3.9.	<i>Depreciación</i>	24
2.3.10.	<i>Amortización</i>	24
2.3.11.	<i>Clasificación de los costos, para análisis con precios unitarios</i>	25
2.3.12.	<i>Diagnóstico y Análisis del Costo Unitario de una Operación Minera</i>	26
2.4.	Ciclo de extracción	27
2.4.1.	<i>Ciclo de vida minero</i>	27
2.4.2.	<i>Perforación</i>	28
2.4.3.	<i>Voladura</i>	29
2.4.4.	<i>Acarreo y transporte</i>	31
2.4.5.	<i>Relleno</i>	33

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	34
3.1.	Información general de la zona de estudio	34
3.1.1.	<i>Localización geográfica</i>	34
3.1.1.1.	<i>Acceso</i>	36
3.1.1.2.	<i>Hidrografía</i>	36
3.1.1.3.	<i>Clima</i>	37
3.1.2.	<i>Geología del área de estudio</i>	38
3.1.2.1.	<i>Topografía</i>	38

3.1.2.2.	<i>Geología regional</i>	38
3.1.2.3.	<i>Geología local</i>	39
3.1.2.4.	<i>Mineralización</i>	40
3.1.3.	<i>Operaciones Productivas</i>	40
3.1.3.1.	<i>Ritmo de Producción</i>	41
3.1.4.	<i>Ciclo de Extracción</i>	41
3.2.	Aplicación de la metodología de absorción	42
3.2.1.	<i>Diagnóstico detallado de los costos de producción de acuerdo a la fase de la actividad minera</i>	42
3.2.2.	<i>Diagnóstico y análisis del costo unitario de una operación minera</i>	45
3.2.3.	<i>Clasificación de los costos para análisis con precios unitarios, según la metodología de absorción.</i>	46
3.2.4.	<i>Diagnóstico de los costos de producción con precios unitarios</i>	53
3.2.5.	<i>Costo unitario de la operación minera</i>	53
3.3.	Beneficios económicos en las fases de operación minera	53
3.4.	Comparación y análisis de resultado	53

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	55
4.1.	Levantamiento de información general	55
4.1.1.	<i>Localización geográfica</i>	55
4.1.1.1.	<i>Acceso</i>	56
4.1.1.2.	<i>Hidrografía</i>	58
4.1.2.	<i>Geología del área de estudio</i>	59
4.1.2.1.	<i>Topografía</i>	59
4.1.2.2.	<i>Geología regional</i>	59
4.1.2.3.	<i>Geología local</i>	61
4.1.2.4.	<i>Mineralización</i>	62
4.1.3.	<i>Operaciones productivas</i>	62
4.1.3.1.	<i>Ritmo de producción</i>	63
4.1.4.	<i>Ciclo de extracción</i>	63
4.2.	Metodología de absorción aplicada en los costos del ciclo minero	65
4.2.1.	<i>Diagnóstico de los costos de producción según la metodología de absorción</i>	66
4.2.1.1.	<i>Energía eléctrica</i>	66

4.2.1.2.	<i>Equipo de protección personal</i>	66
4.2.1.3.	<i>Explosivos</i>	67
4.2.1.4.	<i>Herramientas</i>	67
4.2.1.5.	<i>Insumo para el mantenimiento de instalaciones</i>	68
4.2.1.6.	<i>Insumos en perforación</i>	68
4.2.1.7.	<i>Insumos en general</i>	69
4.2.1.8.	<i>Repuestos e insumos de cargadora y locomotora</i>	70
4.2.1.9.	<i>Repuestos e insumos de equipos</i>	71
4.2.1.10.	<i>Repuestos de perforadoras</i>	72
4.2.1.11.	<i>Alimentación</i>	73
4.2.1.12.	<i>Sueldos mina</i>	73
4.2.1.13.	<i>Sueldos superficie</i>	74
4.2.1.14.	<i>Depreciación de equipos</i>	74
4.2.1.15.	<i>Depreciación equipos de carga y transporte</i>	75
4.2.1.16.	<i>Depreciación línea de rieles</i>	75
4.2.1.17.	<i>Depreciación de perforadoras</i>	76
4.2.1.18.	<i>Amortización</i>	76
4.2.2.	<i>Diagnóstico y análisis del costo unitario de una operación minera</i>	78
4.2.3.	<i>Resultados de los costos de producción aplicada la metodología de adsorción</i>	79
4.2.4.	<i>Costo unitario de la operación minera</i>	80
4.2.5.	<i>Análisis del costo unitario de la operación minera</i>	81
4.3.	Beneficios obtenidos del ciclo minero	82
4.4.	Comparación y análisis de resultados	84
4.4.1.	<i>Porcentajes de producción total y análisis general de cada proceso.</i>	84
4.4.1.1.	<i>Principales problemas y consecuencias</i>	86
4.4.2.	<i>Definición de variables críticas de los costos de producción en los sistemas de explotación utilizados</i>	87

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1.	Conclusiones	90
5.2.	Recomendaciones	91

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Diferencia entre costo variable y absorbente	23
Tabla 4-1:	Información de la concesión San Sebastián II	55
Tabla 4-2:	Grupos de trabajo	63
Tabla 4-3:	Características de perforación	64
Tabla 4-4:	Detalle del consumo de energía	66
Tabla 4-5:	Detalle de consumo en equipo de protección personal.....	66
Tabla 4-6:	Detalle del consumo de explosivos	67
Tabla 4-7:	Detalle del consumo de herramientas.....	68
Tabla 4-8:	Detalle del consumo en insumos para mantenimiento de instalaciones	68
Tabla 4-9:	Detalle de consumo en insumos de perforación.....	69
Tabla 4-10:	Detalle del consumo de insumos en general	69
Tabla 4-11:	Detalle del consumo en repuestos e insumos de la cargadora y locomotora	71
Tabla 4-12:	Detalle de consumo de repuestos e insumos de equipos	71
Tabla 4-13:	Detalle de consumo en repuesto de perforadora	72
Tabla 4-14:	Detalle de consumo en alimentación.....	73
Tabla 4-15:	Detalle de consumo en sueldos mina.....	73
Tabla 4-16:	Detalle de consumo en sueldos superficie	74
Tabla 4-17:	Detalle de consumo en depreciación de equipos.....	74
Tabla 4-18:	Detalle de consumo en depreciación de equipos para carga y transporte	75
Tabla 4-19:	Detalle de consumo en depreciación de línea de rieles	76
Tabla 4-20:	Detalle de consumo en depreciación de perforadoras	76
Tabla 4-21:	Detalle de los costos de amortización de equipos y herramientas.....	77
Tabla 4-22:	Diagnóstico de los costos de producción con precios unitarios	78
Tabla 4-23:	Detalle costos de indicadores en el costo total metodología de absorción	79
Tabla 4-24:	Costo unitario de la operación minera.....	80
Tabla 4-25:	Análisis del Costo Unitario de la Operación Minera.....	82
Tabla 4-26:	Resumen de los beneficios obtenidos en el periodo de estudio	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Clasificación Métodos de Explotación Subterráneos.....	7
Ilustración 2-2:	Clasificación Métodos de Explotación Subterráneos.....	14
Ilustración 2-3:	Punto de equilibrio.....	21
Ilustración 2-4:	Esquema de costos.....	27
Ilustración 2-5:	Malla de perforación.....	28
Ilustración 2-6:	Columna explosiva.....	30
Ilustración 3-1:	Generadores de energía eléctrica.....	42
Ilustración 3-2:	Explosivos.....	43
Ilustración 3-3:	Preparación de la mecha con explosivo.....	44
Ilustración 3-4:	Perforadora manual, barreno y broca.....	47
Ilustración 3-5:	Carga y transporte de material.....	48
Ilustración 3-6:	Batería de locomotora.....	49
Ilustración 3-7:	Pulmón o tanque de aire.....	50
Ilustración 3-8:	Tanques de aire a presión en mal estado.....	50
Ilustración 3-9:	Depreciación de rieles y vagones.....	51
Ilustración 4-1:	Mapa de Ubicación Geográfica de la Concesión San Sebastián II.....	56
Ilustración 4-2:	Acceso mina Nuevo Amanecer Macas-Cebadas-Guamote /E46 Y E47.....	57
Ilustración 4-3:	Acceso mina Nuevo Amanecer Macas-Cebadas-Guamote /E46 Y E487.....	57
Ilustración 4-4:	Acceso mina Nuevo Amanecer Cuenca-Macas y E59.....	58
Ilustración 4-5:	Mapa topográfico de la concesión minera san Sebastián II.....	59
Ilustración 4-6:	Mapa geológico del sector Camilo Ponce.....	60
Ilustración 4-7:	Mineralización con zonas de subducción de margen continental.....	61
Ilustración 4-8:	Mapa geológico de la concesión minera San Sebastián II.....	61
Ilustración 4-9:	Relación tonelaje/costo por TMS.....	82
Ilustración 4-10:	Porcentajes del costo total de producción.....	85
Ilustración 4-11:	Análisis costo total de producción.....	88

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	PUNTO Y COORDENADAS DE BOCAMINA	6
ANEXO B:	EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL INTERIOR MINA.....	6
ANEXO C:	EXPLOSIVOS	7
ANEXO D:	PREPARACIÓN DE LA MECHA CON SU RESPECTIVO EXPLOSIVO	7
ANEXO E:	PERFORADORA MANUAL, BARRENO Y BROCA.....	8
ANEXO F:	BUZÓN Y MANGAS DE VENTILACIÓN	8
ANEXO G:	MOTOR EN MANTENIMIENTO DE LA ZARANDA VIBRATORIA	9
ANEXO H:	CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL	9
ANEXO I:	TRANSPORTE DE MINERAL PARA SECADO	10
ANEXO J:	TANQUES DE AIRE A PRESIÓN EN MAL ESTADO.....	10
ANEXO K:	LISTA DE INSUMOS PARA MANTENIMIENTO DE PUERTAS	11
ANEXO L:	PULMÓN PRINCIPAL DE AIRE.....	11
ANEXO M:	GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	12
ANEXO N:	MANTENIMIENTO DE WINCHE PRINCIPAL	12
ANEXO O:	MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS DE SOSTENIMIENTO	13
ANEXO P:	MATENIMIENTO DE LINEAS ELÉCTRICAS	13
ANEXO Q:	TRANSPORTE DEL MATERIAL A LA SUPERFICIE.....	14

RESUMEN

La zona de estudio presenta diversas problemáticas relacionadas con la distribución de la mineralización en el área, como el agotamiento de las reservas, lo que conlleva a problemas técnicos y económicos. Entre estos se incluye la reducción en la producción, costos disminuidos, inversiones inactivas y explotación desordenada. Además, la falta de planificación estratégica agrava la situación. El objetivo de esta investigación fue analizar el costo/beneficio de productividad aplicando la metodología de absorción. Para ello, se realizó un análisis detallado de los costos incurridos en cada etapa del ciclo de trabajo minero, incluyendo exploración, preparación del terreno, extracción, procesamiento y transporte. Asimismo, se consideraron labores auxiliares como mantenimiento de equipos, seguridad e insumos en general. Los resultados más relevantes revelaron una producción total de 5400 Toneladas Métricas Secas (TMS), con un beneficio promedio estimado de USD 1,080,000 dólares estadounidenses durante el periodo de estudio. Después de restar los gastos de producción, se obtuvo un beneficio económico de USD 957 061.91 dólares estadounidenses. Además, se identificaron factores críticos que impactaron directamente en los costos de producción, como la automatización y el mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones. Se concluye que el proyecto demostró eficiencia de las operaciones en la mina Nuevo Amanecer de la concesión San Sebastián II, a través de la mecanización y optimización, contribuyendo a una estabilidad operativa y menor costo de producción, es así que se recomienda realizar análisis periódicos de los beneficios económicos obtenidos durante el ciclo operativo minero y evaluar su impacto para la sostenibilidad y rentabilidad del proyecto minero.

Palabras clave: <MINERÍA SUBTERRÁNEA>, <COSTO UNITARIO>, <BENEFICIO>, <MÉTODO DE ABSORCIÓN>, <CONTABILIDAD DE COSTOS>, <CICLOS DE EXTRACCIÓN>, <ANÁLISIS DE COSTOS>.

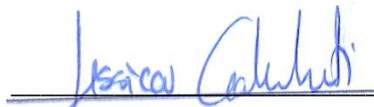
2204-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The study area presents several problems regarding the distribution of mineralization in the area, such as the depletion of reserves, which leads to technical and economic issues. These include the reduction in production, reduced costs, inactive investments, and disorderly exploitation. Moreover, the lack of strategic planning aggravates the situation. This research aimed to analyze the cost/benefit of productivity by applying the absorption methodology. For this purpose, a detailed analysis of the costs incurred at each stage of the mining work cycle was carried out, including exploration, land preparation, extraction, processing, and transport. Likewise, auxiliary tasks such as equipment maintenance, safety and general inputs were considered. The most relevant results revealed a total production of 5 400 Dry Metric Tonnes (TMS), with an estimated average profit of USD 1,080,000 US dollars during research. By subtracting manufacturing costs, derived a financial benefit about USD 957 061.91 US dollars. In addition, critical factors were identified that directly impacted production costs, such as automation and preventive maintenance of equipment and facilities. In conclusion, the project turned out to be efficient regarding operations in Nuevo Amanecer mine of San Sebastian II concession, through mechanization and optimization, contributing to operational stability and lower cost of production. Thus, it is recommended to carry out periodic analysis of the economic benefits obtained during the mining operating cycle and evaluate its impact on the sustainability and profitability of the mining project.

Keywords: <UNDERGROUND MINING>, <UNIT COSTO>, <PROFIT>, <ABSORPTION METHOD>, <COST ACCOUNTING>, <EXTRACTION CYCLES>, <COSTS ANALYSIS>.



Lic. Jessica Galimberti

CI. 17564648-2

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria de la minería metálica en el Ecuador se ha desarrollado por muchos años, y como resultado de las ventajas y desarrollo que trae a la economía del país. El tipo de minería que se realiza en el país es la minería artesanal y de pequeña escala, la cual se concentra en la región árida, particularmente en los sectores de Zaruma, Portovelo y Ponce Enríquez y extrae metales como oro y plata (Cárdenas y Gavilanes, 2018, pág. 1).

El proceso de extracción de minerales metálicos a través de un sistema subterráneo incluye varios pasos, que incluyen perforación, voladura, carga, transporte y beneficio. El costo de producción es uno de los factores más significativos en los procesos de extracción minera. Una comprensión adecuada de los costos ayuda a identificar los puntos débiles en los que se pueden tomar medidas para permitir que las empresas mineras obtengan medidas para mejorar su propia situación económica (Cárdenas y Gavilanes, 2018, pág. 1).

La mayoría de los mineros artesanales y de pequeña escala en Ecuador, desconocen si están o no obteniendo una ganancia representativa en relación a los costos incurridos para obtener el producto final al recuperar y vender los metales que han extraído del oro y la plata. Esto se debe a que frecuentemente pasan por alto o carecen de un registro adecuado de los costos operativos que demanda su actividad (Arrobo y Villacís, 2020, pág. 52).

Por esta razón, el análisis de costos se considera un componente crucial de la gestión empresarial eficaz. En los casos en estudio, este enfoque es específicamente en los costos asociados a la producción de los procesos de perforación, voladura, ventilación, sanitización, limpieza, carga y acarreo, así como la instalación de acometidas de agua, aire y electricidad, así como costos adicionales asociados a energía eléctrica, equipos de protección personal, escudos y salarios por unidad de material (Cárdenas y Gavilanes, 2018, pág. 1).

El alcance del presente estudio es identificar los costos operativos utilizados en las tareas del ciclo minero para cada uno de los trabajos realizados; Con estos informes y tabulaciones realizadas, las empresas mineras podrán comparar y evaluar la viabilidad de cada uno de sus proyectos (Arrobo y Villacís, 2020, pág. 52).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La Asociación Comunitaria Minera Nuevo Amanecer, fundada en 2012 y con sede en el Cantón Camilo Ponce Enríquez de la provincia del Azuay, se especializa en la extracción y comercialización de minerales, siendo el oro su principal materia prima. Actualmente, la empresa no administra los costos asociados con la extracción de un gramo de oro de manera adecuada y responsable. Esta al no contar con una herramienta adecuada para llevar la contabilidad de la empresa y llevar un correcto registro de los costos de inversión, la cual se traduce en ineficiencia en la clasificación y seguimiento de los costos y gastos incurridos en cada proceso. Al no ser estos datos precisos, afecta directamente el informe que se presenta a los directores para la toma de futuras decisiones.

En los inicios de sus operaciones como mina, las instalaciones donde descansaba el personal eran escasas y de madera. A los dos primeros niveles de la mina se accedía mediante escaleras mecánicas metálicas que se encontraban aproximadamente a 100 metros bajo tierra, lo que suponía un riesgo importante para los trabajadores. Por ello, se realizó la primera contratación administrativa en el ámbito de la obra social, lo que les permitió garantizar a cada uno de sus empleados y, en determinadas circunstancias, protegerlos de daños.

En el 2014 se inició un nuevo método de minería que incluyó nuevas instalaciones tanto para los trabajadores como para la administración, optimizando la extracción mediante el uso de buzones y la clasificación de minerales por zaranda

En el 2015, se renovaron los edificios de la mina y se construyeron más edificios, lo que permitió que el negocio creciera y contratara más personal.

En la actualidad, la mina emplea alrededor de 70 personas, incluyendo el equipo administrativo. La mina cuenta con tres niveles subterráneos que están separados por una distancia aproximada de 40 metros entre cada nivel. La extracción se realiza mediante el método de corte y relleno hacia adentro. Además, la mina ha incorporado tecnologías innovadoras, como mini cargadoras para cargar material en los vagones, bombas para drenar agua de las áreas subterráneas, instalación de botiquines y señalización en todos los niveles y en el campamento. La empresa también

proporciona seguro social a todos los empleados, ha establecido piscinas para el tratamiento del agua de la mina y cuenta con una variedad de equipos como volquetas, retroexcavadoras, zarandas, entre otros.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Realidad problemática

La zona de estudio tiene diversas problemáticas, una de las cuales es la distribución de la mineralización en el área. Actualmente, la calidad del mineral es muy baja debido a factores como el agotamiento de las reservas, lo que causa problemas técnicos y económicos, como la reducción en la producción, el costo-beneficio disminuido, inversiones inactivas, menor calidad de las sustancias extraídas, entre otros. Esto requiere una mayor producción de tonelaje para mantener el proyecto viable, lo que puede llevar a una explotación desordenada e inadecuada. Además, la falta de conocimiento sobre los métodos de explotación y la falta de planificación estratégica a corto, mediano y largo plazo agravan aún más la situación. Además, los costos aumentan como resultado de una mala planificación y estandarización a lo largo de todo el ciclo de extracción de minerales (Villacrés, 2016, págs. 5-10).

1.2.2. Actividad minera: provincia

La minería a pequeña escala en Ecuador tuvo su origen a finales de la década de 1970, como resultado de la quiebra de la Compañía Industrial Minera Asociada (CIMA). A partir de ese momento, surgieron mineros de pequeña escala que alcanzaron su punto máximo a finales de la década de 1980, coincidiendo con la aparición de dos nuevos distritos mineros: Ponce Enríquez, en la provincia de Azuay, situada al suroccidente de los Andes, y Nambija, en la región amazónica. Desde entonces, la minería de metales ha experimentado un desarrollo continuo durante varios años, convirtiéndose en una actividad económica relevante tanto para la provincia como para el país en su conjunto. Esto se debe a los beneficios y progreso que esta actividad contribuye al entorno económico y al desarrollo en general.

1.2.3. Actividad minera: cantón

En el Cantón Camilo Ponce Enríquez, a finales de los años 80, se hicieron descubrimientos de vetas y depósitos de oro en zonas poco profundas. Esta situación atrajo a una gran cantidad de mineros de pequeña escala y transformó al cantón en un distrito minero debido a la presencia de

mineralización en los yacimientos y la actividad minera en la región. Sin embargo, la disminución en el precio del oro y las marcadas fluctuaciones en la calidad del mineral durante esos años, junto con la carencia de avances técnicos, inversiones y tecnologías adecuadas para la explotación en profundidad, ocasionaron una drástica caída en la producción hasta la actualidad. El cantón de Azuay exhibe un nivel sustancial de actividad minera, enfocándose principalmente en la extracción de oro, plata y cobre. Esto genera ingresos significativos para el país en general (Mejía y Navarro, 2021, págs. 5-8).

1.2.4. Actividad minera: sector

Hoy en día, la Mina NUEVO AMANECER opera una veta de mineral que mayormente genera oro (Au) y, en menor medida, plata (Ag) como subproducto, dado que esta última se encuentra en concentraciones bajas. El método de explotación aplicado implica el corte y relleno ascendente. Este enfoque se emplea en cuerpos de mineral en forma de veta con un ángulo de inclinación superior a 50°, y que tienen una pequeña extensión en términos de espesor. Esta técnica ha conducido a una recuperación mineral destacada, con una tasa aproximada del 91%. No obstante, a pesar de haber registrado considerables ganancias en los primeros años de producción debido a la riqueza inicial del mineral, en la actualidad se enfrentan a una merma en la producción. Esto se debe a la reducción en el espesor y la anchura de los cuerpos de mineral intrusivos, lo que ha conducido a una disminución en la concentración de oro y, en consecuencia, a su escasez.

1.3. Justificación

Es crucial contar con un conocimiento preciso de los costos reales de producción para tomar decisiones estratégicas eficientes y rentables en la gestión de la mina. La metodología de absorción es una herramienta útil para lograr este objetivo, ya que permite obtener una visión precisa de los costos fijos y variables, identificar áreas de mejora y optimización en la producción, aumentar la productividad y reducir costos. La disponibilidad de información actualizada y confiable sobre los costos de producción es esencial para tomar decisiones a largo plazo y para una gestión rentable y eficiente de la mina. Alfaro, en su libro de Contabilidad y Finanzas en el año de 2017, menciona estudios recientes que han demostrado la importancia de conocer y controlar los costos de producción para mejorar la rentabilidad de las empresas. En su análisis, Alfaro muestra cómo la metodología de absorción contribuye a aumentar la eficiencia y transparencia en la evaluación de costos, y, por ende, a mejorar la rentabilidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar el costo/beneficio de productividad aplicando la metodología de absorción en la que incluyen los costos fijos y variables tomando en cuenta el ciclo de producción de la mina.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de información en la mina NUEVO AMANECER, utilizando diferentes herramientas tanto técnicas como tecnológicas según la disponibilidad de la Empresa.
- Aplicar la metodología de absorción clasificando los costos obtenidos de acuerdo a las tareas del ciclo de trabajo minero, labores auxiliares y costos adicionales.
- Definir los beneficios económicos obtenidos en el ciclo operativo minero y los efectos en la rentabilidad del negocio.
- Realizar una comparación y análisis del resultado costo/beneficio, obtenidos de acorde a la metodología utilizada durante la realización del presente proyecto en la mina NUEVO AMANECER.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencias teóricas

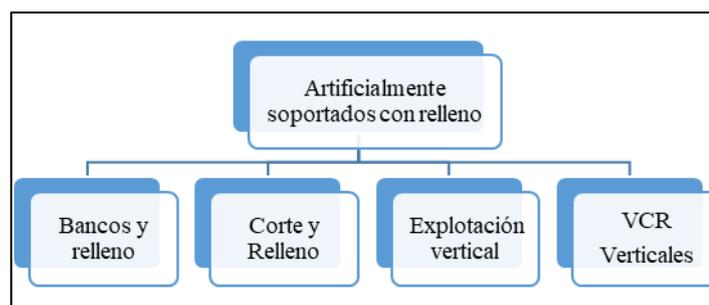
2.1.1. *La minería*

La minería es una actividad económica importante en Ecuador, que contribuye significativamente al PIB del país. Según el Servicio Nacional de Riego y Control de Recursos Hídricos (SENAGUA), Ecuador cuenta con una amplia variedad de minerales, incluyendo oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, entre otros. La minería se lleva a cabo tanto por empresas nacionales como extranjeras, y se concentra en la región andina y la región costera del país (SENPLADES, 2017).

Según lo mencionado en la revista "Panorama de la minería en Ecuador", la minería en Ecuador ha experimentado un auge en los últimos años debido a las políticas gubernamentales que promueven la inversión extranjera en el sector. Además, la aprobación de la Ley de Minería en 2009 y su reglamento en 2010, establecieron un marco legal y regulatorio para la exploración y explotación minera en el país (MERNNR, 2021).

2.1.2. *Minería subterránea*

La minería subterránea es aquella que se encarga de extraer los minerales que se encuentran debajo de la superficie de la tierra; dentro de esto, una tarea importante es la construcción de piques y chimeneas mineras o para facilitar el transporte del mineral (útil y arena) desde los diferentes frentes de trabajo hasta la superficie. Las operaciones de perforación unitaria, voladura, carguío y transporte tienen lugar dentro de la industria minera subterránea al construir picos, chimeneas o galerías mineras (Mejía y Navarro, 2021, pág. 17).



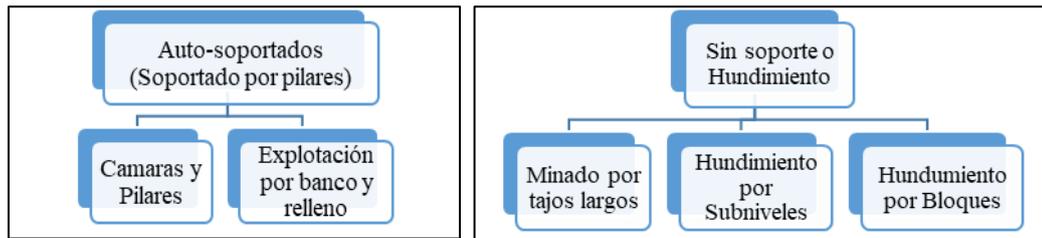


Ilustración 2-1: Clasificación Métodos de Explotación Subterráneos

Fuente: Rojas, 2021, pág. 9.

2.1.3. *Labores de preparación general*

Una obra minera engloba cualquier excavación realizada en la superficie o bajo tierra con el propósito de acceder a un yacimiento mineralizado; esta actividad se conoce como trabajo de mina. Los métodos de acceso a los yacimientos pueden involucrar un pozo o pique vertical, galerías inclinadas o rampas. A la hora de decidir qué tipo de acceso emplear, es esencial considerar factores como la complejidad del trabajo, el tiempo disponible para la preparación, los costos asociados y la disponibilidad de equipo. En el caso de grandes profundidades, se suele recomendar la construcción de pozos, ya que su ampliación es más factible. Por otro lado, en galerías inclinadas y rampas, la extensión requerida suele ser significativamente mayor y más costosa (Mejía y Navarro, 2021, pág. 28).

2.1.4. *Labores mineras de acceso*

Las labores de acceso minero se refieren a un conjunto de tareas primordiales que conectan las áreas de extracción dentro de la mina con la superficie. Estas labores permiten el acceso al yacimiento mineralizado desde el interior de la mina (Correa, 1991, pág. 11).

- **Galería:** Esta es una de las formas más comunes de labores de acceso en la minería subterránea. Normalmente, consiste en una excavación horizontal, aunque en raras circunstancias o condiciones se pueden crear galerías con una ligera inclinación. La parte superior de la galería se denomina corona, y sus paredes laterales son conocidas como hastiales (Mejía y Navarro, 2021, pág. 29).
- **Galería principal:** La función principal de esta galería es brindar acceso al área mineralizada. Son comparables a los túneles de carretera, por donde el personal, herramientas, equipos, maquinaria y otros elementos esenciales pueden ingresar al interior de la mina. Esta labor es de suma relevancia en la minería, ya que establece la conexión vital entre el interior de la mina

y la superficie, permitiendo la circulación del aire y el flujo de energía eléctrica (Mejía y Navarro, 2021, pág. 30).

- **Pique o pozo minero:** En la minería subterránea, se emplean excavaciones verticales o con una fuerte inclinación para proporcionar acceso a diferentes niveles y facilitar el transporte de personal y materiales a cualquier profundidad. Esta forma de acceso se complementa con las galerías, permitiendo la conexión entre las instalaciones en la superficie y el subsuelo. Esto abarca sistemas eléctricos, de ventilación, de drenaje y otros aspectos necesarios para la operación minera (Mejía y Navarro, 2021, pág. 30).
- **Rampa:** En 1998, James R. Amstron y Raji Menon describieron las rampas como pasajes similares a las galerías, pero con una inclinación positiva o negativa de alrededor del 5%. Estas rampas tienen la función primordial de servir como entrada principal a una mina desde distintos accesos a los niveles de trabajo, que están ubicados a diferentes altitudes. Su propósito principal es facilitar el acceso de equipos y maquinaria pesada a los pozos internos de la mina desde la superficie o entre los diferentes niveles. Esto se logra a través de operaciones de perforación horizontal en varias profundidades o alturas. Además, las rampas permiten una extracción de minerales de manera rápida y flexible mediante el uso de equipos de perfil bajo. Asimismo, brindan acceso a personal, materiales, activos, herramientas y otros elementos necesarios (Mejía y Navarro, 2021, pág. 30).

2.1.5. Labores mineras de preparación

Estas operaciones comprenden todas las acciones requeridas para segmentar la reserva mineral con el objetivo de prepararla para su posterior extracción. Además, involucran las actividades esenciales previas al inicio del proceso sistemático de extracción. Esto incluye la creación de canales, áreas iniciales y otras tareas similares, como la construcción de coladeros y cámaras de arranque. Estas acciones son fundamentales para establecer las condiciones adecuadas antes de emprender la extracción de manera organizada y controlada (Correa, 1991, pág. 11).

- **Galería secundaria o subnivel:** Esta es una excavación horizontal o con una ligera inclinación que desempeña un papel fundamental en la preparación de túneles, así como en la exploración y explotación de los depósitos minerales. Además, tiene la importante función de servir como vía de acceso para el personal y los equipos hacia las áreas de trabajo (Mejía y Navarro, 2021, pág. 31).

- **Chimenea:** Se refiere a excavaciones de naturaleza vertical o ligeramente inclinada, típicamente con un ángulo de 40 grados o más. Estas estructuras pueden adoptar formas circulares, cuadradas o rectangulares. Las chimeneas tienen diversas funciones en las operaciones mineras, como proporcionar ventilación a la mina, servir como vías de acceso para el personal, permitir la exploración y explotación, y facilitar el transporte de minerales entre distintos niveles. Las chimeneas, como se evidencia, desempeñan múltiples y vitales roles en las labores mineras (Salinas, 1998, pág. 101).

Salinas (1998, pág. 80), señala que existen los siguientes métodos para construir chimeneas:

- **Métodos manuales:** En este enfoque para la construcción de chimeneas, el ascenso y descenso hacia las zonas de trabajo se realiza utilizando escaleras de metal o madera. La plataforma de trabajo para los mineros y sus asistentes consiste en una estructura de madera que se ajusta y mueve verticalmente a medida que avanza la excavación de la chimenea.
- **Métodos mecanizados:** En este procedimiento para construir chimeneas, se lleva a cabo la perforación y voladura de manera tradicional, mientras que el acceso del personal se realiza mediante un elevador de construcción. Este elevador está compuesto por una plataforma que proporciona una superficie de trabajo en altura para el personal.

El movimiento de la jaula y la plataforma de trabajo se lleva a cabo utilizando un sistema de rieles específicos, que están instalados en la pared de la chimenea y funcionan como un sistema de guía para el conjunto. La sujeción de estos rieles se logra mediante pernos de anclaje mecánico (Salinas, 1998, pág. 50).

- **Coladero:** Este es un tipo de abertura situada en los extremos del nivel de cada tajo, empleada para la descarga de minerales hacia el nivel inferior, con el propósito de transportarlos posteriormente a la estación de almacenamiento del mineral o caja. Estos coladeros funcionan como enlaces entre distintos niveles de operación (Mejía y Navarro, 2021, pág. 32).
- **Tolva subterránea o chute:** Según (Cervantes et al. 2013), un chute es una abertura ubicada en la parte inferior de una cámara o frente de explotación en el subsuelo, diseñada para dirigir el material extraído. Además, este término se utiliza informalmente para referirse a las tolvas dentro de una mina subterránea. En la base del chute se encuentra una estructura, generalmente construida en madera, que incluye una puerta para cargar o descargar el material en carros, vagones u otros medios de transporte. También se menciona que se utiliza un canal o rampa

subterránea, o incluso una rampa inclinada que comienza en la superficie, para permitir que el mineral se desplace debido a la gravedad (págs. 17-22).

- **Frente de explotación:** Este es el área donde se recuperan los minerales de valor económico mediante explosiones controladas. Su superficie queda expuesta para la extracción y se localiza al final de una operación minera, como un túnel, galería, cruzada u otro entorno, donde se realizan labores relacionadas con el avance y el desarrollo de la mina. El método utilizado para llevar el material a la superficie varía según si el yacimiento es de roca dura o blanda; se emplea la perforación y voladura o el uso de rozadoras, según estas características (Cervantes et al., 2013, pág. 29).

2.1.6. *Diseño de estructuras subterráneas*

La ejecución de labores mineras se realiza directamente en la roca, lo que subraya la importancia de tener un conocimiento exhaustivo del comportamiento esperado de los frentes de explotación. Cualquier acción realizada en la roca provoca modificaciones en sus condiciones iniciales, lo que a su vez induce una reacción en la propia roca. Esta respuesta debe ser entendida, cuantificada y controlada para prevenir posibles derrumbes. Además, es crucial desarrollar un diseño ingenieril apropiado que asegure la viabilidad de los proyectos para los cuales están destinados (Mejía y Navarro, 2021, págs. 5-8).

2.1.7. *Selección del método de explotación*

Esta fase involucra métodos en los que, gracias a las propias características del macizo rocoso, las labores de extracción se llevan a cabo mediante la apertura de perforaciones con dimensiones apropiadas, sin requerir el uso de medidas artificiales de refuerzo o relleno, debido a que la estabilidad se mantiene de forma inherente.

2.1.8. *Diseño de explotación*

El método de explotación que se utiliza en la zona de estudio es de Corte y Relleno ascendente.

- **Corte y relleno:** Este método se define como una estrategia de explotación subterránea en la que una excavación o frente simple es llenado antes de avanzar hacia el siguiente frente (Herrera y Gómez, 2007, págs. 15-20). Es utilizado para la extracción de cuerpos mineralizados con formas irregulares y vetiformes, que tienen una baja potencia, pero alta ley, y presentan un pronunciado buzamiento. En este caso, el mineral se extrae en capas sucesivas, ya sea

horizontales o inclinadas, avanzando desde la galería base hacia arriba. Sin embargo, a medida que se avanza, el mineral es retirado y el espacio vacío dejado por la extracción es rellenado con material estéril, siguiendo el frente a una distancia que puede variar según las circunstancias. En ciertos casos, el relleno puede comenzar una vez que se ha completado la extracción de una capa. Se deja un espacio adecuado entre el relleno y la porción no explotada del mineral para permitir la perforación de la siguiente capa sin dificultades (Herrera y Gómez, 2007, págs. 12-13).

2.1.9. Criterios para el diseño de explotación

Al elegir el método de explotación, es crucial tener en cuenta diversas consideraciones que abarcan aspectos espaciales, geológicos, hidrológicos, geomecánicos, económicos, tecnológicos y ambientales del yacimiento. Estas consideraciones han sido discutidas en la literatura y son ampliamente reconocidas en la industria minera (Echegaray, 2015, págs. 30-32).

A continuación, Echegaray proporciona un análisis detallado de las consideraciones pertinentes a cada uno de estos aspectos, con el propósito de definir un método de explotación apropiado para el depósito en cuestión.

- **Características espaciales del depósito**

- Tamaño del cuerpo mineralizado
- Forma del depósito
- Ubicación del cuerpo
- Profundidad a la que se encuentra

- **Características geológicas e hidrológicas**

- Mineralogía y Petrología
- Composición Química
- Estructura
- Planos de fragmentación
- Aguas Subterráneas e Hidrología
- Uniformidad, alteración, intemperismo

- **Propiedades geomecánicas**

- Propiedades elásticas del cuerpo
- Conducta plástica o elástica
- Consolidación, compactación y competencia

- **Consideraciones económicas**

- Tamaño de reservas
- Cantidad de producción
- Productividad

- **Factores Tecnológicos**

- Recuperación de mina
- Dilución
- Selectividad
- Intensidad del capital, mano de obra y mecanización

- **Aspectos Ambientales**

- Control de aberturas para prevenir los accidentes
- Subsistencia o efectos de hundimiento
- Control atmosférico
- Productividad laboral
- Fuerza Laboral

2.1.9.1. Descripción del sistema de explotación

Los autores Cárdenas y Gavilánez en el año 2018 citan que, para la descripción de un sistema de explotación implica la creación de una infraestructura a partir de la subdivisión del terreno en frentes de explotación. Este proceso abarca diversas tareas, entre las cuales se destacan la construcción de cruces, pozos, chimeneas, depósitos, bóvedas destinadas a cabrestantes de arrastre, áreas de extracción y relleno de material estéril.

- **Exploración**

- **Cruceros:** La edificación de los cruceros se lleva a cabo en una dirección que es idealmente perpendicular al curso de todas las estructuras mineralizadas, mientras se avanza desde la superficie hacia el cuerpo o cuerpos de mineralización.

- **Desarrollo**

- **Galerías:** Se edifican siguiendo la trayectoria de la veta, de forma que el cuerpo mineralizado quede en la parte superior de la galería. Con ello el material de relleno del tajo sostiene el techo de la galería en la q se está trabajando.

- **Preparación**

- **Chimenea Trasiego:** Esta involucra la excavación de abajo hacia arriba, es decir, de forma ascendente, creando una abertura inclinada o vertical entre dos o más galerías, y en la apertura de la chimenea es donde se construyen los buzones.
- **Chimenea Camino:** Se crean de forma paralela a las chimeneas de trasiego, manteniendo uno o más pilares de seguridad y dimensiones similares. La distinción clave respecto a la chimenea de trasiego radica en la ausencia de un buzón en la chimenea camino.

- **Operación mina**

- **Pique:** Consiste en una excavación descendente entre numerosas galerías que puede ser vertical o inclinada. Como componente de esta estructura se crean reposapiés, y las escaleras colocadas en cada uno de estos reposapiés tendrán la misma inclinación, alineándose una debajo de la otra en línea recta.

- **Explotación**

- **Tajo:** Una vez construido el pasadizo lateral que conecta las dos chimeneas, se continúa con el proceso de establecimiento de una base de seguridad adyacente a las chimeneas para iniciar la explotación del tajo.

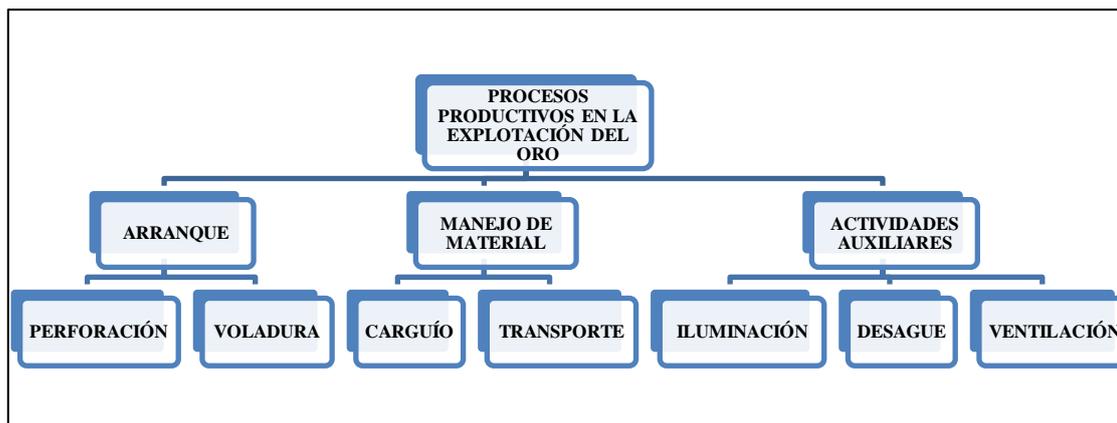


Ilustración 2-2: Clasificación Métodos de Explotación Subterráneos

Fuente: Rojas, 2021, pág. 9.

2.2. Definición de la metodología de absorción

Según (Pérez, 2012) en su Boletín de Economía Minera, sostiene que la metodología de absorción constituye una herramienta contable que asigna los costos fijos a la producción de una compañía. Según esta técnica, los costos fijos no experimentan fluctuaciones en función del nivel de producción, por lo que se imputan a la producción conforme a la capacidad de absorción. En el ámbito minero, la metodología de absorción se emplea para asignar los costos fijos a la producción de mineral, aun cuando estos costos no estén directamente vinculados con la producción mineral, como los gastos de mantenimiento de maquinaria, arrendamiento de instalaciones y gastos administrativos. Dichos costos resultan esenciales para el mantenimiento de la operación empresarial. La asignación de los costos fijos a la producción mineral se fundamenta en la capacidad de absorción de la empresa, que se define como la cantidad de mineral que la empresa puede extraer en un periodo determinado. Para determinar esta capacidad de absorción, se divide la suma total de los costos fijos de la empresa entre la cantidad de mineral producido en ese mismo intervalo de tiempo (pág. 30).

La industria minera recurre a la metodología de absorción con el propósito de calcular los costos globales de producción y establecer el costo unitario de producción del mineral. De acuerdo con (Ortiz, 2018), el cálculo del costo unitario de producción se efectúa mediante la división de los costos totales de producción entre la cantidad de mineral extraída durante el mismo intervalo de tiempo (págs. 17-20).

La metodología de absorción se emplea como una técnica para atribuir costos indirectos a productos o servicios, abarcando tanto los costos fijos como los variables en la fabricación de un bien o servicio. Esta aproximación posibilita una comprensión más precisa y exhaustiva de los

costos relacionados con la producción, lo cual a su vez simplifica la toma de decisiones y la evaluación de la rentabilidad de los proyectos (Ortiz, 2018, pág. 24).

Entre las ventajas de la metodología de absorción, (Ramos, 2014), menciona:

- Proporciona una visión más precisa de los costos reales involucrados en la producción.
- Facilita la identificación de áreas de la empresa en las que se pueden implementar mejoras para reducir costos.
- Permite la asignación de costos indirectos de forma más justa y equitativa a los productos o servicios.
- Facilita la toma de decisiones sobre precios y cantidades a producir.

Sin embargo, el mismo autor menciona que también existen algunas limitaciones de esta metodología, tales como:

- La asignación de costos indirectos a los productos puede generar cierta subjetividad y arbitrariedad.
- Puede ser difícil determinar la forma adecuada de asignar los costos indirectos a los productos o servicios.
- Si no se realiza una adecuada identificación y clasificación de los costos, se pueden generar distorsiones en la información proporcionada por la metodología de absorción (págs. 30-45).

2.2.1. 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 (USD) se trata de un valor en dólares americanos por toneladas (Rojas, 2021, pág. 33).

2.2.2. 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 (Rojas, 2021, pág. 33).

Los costos conjuntos representan una variante adicional de los costos por procesos y abordan las circunstancias en las cuales dos o más productos se manufacturan de manera simultánea utilizando un mismo conjunto de registros de costos. Estos registros no pueden atribuirse o vincularse fácilmente con los productos individuales. En estas situaciones, es necesario aplicar algún método para distribuir los costos totales entre los productos principales. De lo contrario, no sería viable calcular los costos unitarios de los productos ni evaluar los ingresos del período. (Rojas, 2021, pág. 33).

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 (Rojas, 2021, pág. 33).

2.3. Contabilidad de costos

La contabilidad de costos es la técnica especializada de la contabilidad que utiliza métodos y procedimientos apropiados para registrar, resumir e interpretar las operaciones relacionadas con los costos que se requieren para elaborar un artículo, prestar un servicio, o los procesos y actividades que fueran inherentes a su producción (Zapata, 2015, págs. 420-428).

2.3.1. Costos fijos y variables

Los costos fijos y variables son conceptos empleados en el ámbito de la contabilidad de costos para categorizar los costos asociados a la producción en la industria minera. Los costos fijos se refieren a aquellos gastos que no experimentan alteraciones en función de los niveles de producción, en contraste, los costos variables se modifican conforme varían los niveles de producción. (Horngren et al., 2018, págs. 720-730).

En la industria minera, los costos fijos abarcan aspectos como los salarios del equipo minero, los gastos de alquiler de instalaciones, los costos de seguros y los gastos de mantenimiento de maquinaria y equipos. En contraposición, los costos variables engloban elementos como los costos de los materiales empleados en la producción, los gastos de energía y los costos de transporte relacionados con los materiales extraídos. (Horngren et al., 2018, pág. 721). Es crucial establecer una distinción entre los costos fijos y variables en el ámbito minero, dado que esta diferenciación facilita una comprensión más profunda de los costos totales de producción y de la viabilidad del negocio. La metodología de absorción considera tanto los costos fijos como los variables, lo que conlleva a una más precisa determinación del costo global de producción y a una evaluación más exacta de la rentabilidad del negocio. (Carrizosa, 2013, págs. 30-32). Según Martínez et al., (2017, págs. 75-82) se establece que los costos fijos son aquellos que permanecen constantes independientemente de la producción, como el alquiler de maquinaria o los salarios de trabajadores permanentes. Por otro lado, los costos variables son aquellos que fluctúan en relación con la producción, tales como el combustible utilizado por las máquinas o los materiales consumidos durante el proceso de fabricación.

En la misma línea, García et al., (2018, págs. 15-27) explican que los costos fijos son aquellos gastos que se mantienen consistentes sin importar el nivel de producción, abarcando ejemplos como los costos de mantener las instalaciones en funcionamiento o los pagos de servicios esenciales. Por otro lado, los costos variables son aquellos que varían en proporción al volumen de producción, incluyendo aspectos como los gastos relacionados con los materiales empleados en el proceso de fabricación.

La relevancia de discernir entre costos fijos y variables en el análisis de costo/beneficio reside en la capacidad de reconocer los costos que se mantienen constantes sin importar la producción, y los que están estrechamente ligados a ella. Esta diferenciación posibilita la identificación de oportunidades para reducir los costos variables sin impactar la producción, así como la detección de áreas donde se puedan reducir los costos fijos mediante una gestión más eficiente de los recursos. (Arroyo y López, 2019, págs. 20-21).

En el contexto de la metodología de absorción, tanto los costos fijos como los variables se incorporan en los costos totales de producción, lo que posibilita obtener una visión más integral de los costos asociados al proceso de producción minera. No obstante, es esencial considerar que la inclusión de los costos fijos podría dar la impresión de que la rentabilidad del proyecto es menor de lo que realmente es. Esto se debe a que dichos costos se distribuyen entre la producción, lo cual puede no reflejar con precisión la realidad de los costos vinculados a cada unidad producida. (Arroyo y López, 2019, págs. 20-21).

2.3.2. Diferencia entre costo y gasto

En el ámbito de la contabilidad de costos, es esencial mantener una distinción clara entre costos y gastos según Zapata (2015, pág. 415) los costos se refieren a los desembolsos asociados a la producción, ya que están directamente relacionados con la creación de bienes y servicios. Por otro lado, los gastos engloban los pagos que no se originan en la producción directa, es decir, representan consumos necesarios para el funcionamiento general de la empresa y para la consecución de objetivos económicos.

2.3.3. Elementos del costo

Siguiendo una fuente citada, el proceso de fabricación de uno o varios productos o la prestación de servicios requiere la adquisición y disposición de tres elementos intrínsecamente interconectados: la materia prima o insumos, la mano de obra y los recursos tecnológicos o maquinarias. Estos componentes se integran de manera esencial para llevar a cabo el proceso productivo. (Zapata, 2015, págs. 420-428).

- **Materiales o materias primas:** Involucran todos los bienes, ya sea en su estado natural o procesado, necesarios para la producción de artículos que serán transformados en algo distinto a los materiales utilizados inicialmente.
- **Fuerza laboral (mano de obra):** Hace referencia a la capacidad creativa del ser humano, ya sea en términos físicos o intelectuales, requerida para transformar los materiales mediante la colaboración de maquinaria, equipos y tecnología.
- **Otros insumos (costos generales de fábrica):** Comprenden los bienes y servicios complementarios esenciales para crear un artículo o un producto inmaterial, de acuerdo a la concepción original.

2.3.4. Clasificación de costos

García (2014, pág. 338) proporciona diversas definiciones en su obra "Contabilidad de costos" que permiten clasificar los costos conforme a varios criterios. Los costos se dividen en dos categorías: costos totales y costos unitarios. Los primeros corresponden a la suma acumulada de todas las inversiones realizadas en materiales, mano de obra y otros servicios e insumos necesarios para fabricar un conjunto o grupo de bienes. En cambio, los costos unitarios se obtienen al dividir los

costos totales entre la cantidad de unidades producidas. Asimismo, los costos se pueden clasificar en directos, que pueden ser asignados fácilmente a un producto o servicio específico, e indirectos, que no pueden ser asignados con exactitud. También pueden categorizarse según su relación con el nivel de producción: costos fijos, que se mantienen constantes dentro de un rango relevante; costos variables, que aumentan o disminuyen proporcionalmente al nivel de producción; y costos mixtos, que combinan elementos tanto fijos como variables. Además, García señala que los costos pueden ser agrupados según el método utilizado para su determinación. Menciona el método de absorción, que considera tanto los componentes fijos como los variables al calcular el costo de producción, y el método variable, que solo toma en cuenta los componentes variables. Por último, destaca la distinción entre costos controlables e incontrolables. Los costos controlables son aquellos que pueden ser influenciados, corregidos o direccionados por los responsables correspondientes, mientras que los costos incontrolables escapan a su control directo.

El costo, según Zapata (2015, págs. 420-428), se clasifica de la siguiente manera:

- **Por el alcance**

- **Costo total:** suma de materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación para elaborar lotes de productos.
- **Costo unitario:** división entre los costos totales y el número de unidades fabricadas.

- **Por la identidad**

- **Costo total:** suma de materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación para elaborar lotes de productos.
- **Costo unitario:** división entre los costos totales y el número de unidades fabricadas.

- **Por su relación con el nivel de producción**

- **Costo fijo:** hace referencia a los costos que permanecen estables a pesar del nivel de producción que tenga la empresa.
- **Costo variable:** son aquellos costos que incrementan o disminuyen de acuerdo a su nivel de producción.

- **Costo mixto:** es aquella combinación de costo variable y mixto, como por ejemplo el pago de energía eléctrica.
- **Por el momento en el que se determinan**
 - **Valores históricos:** se obtendrán costos exactos a medida que se van fabricando los productos. Esto se encuentra evidenciado en los registros, en donde se encuentran los precios de todos los materiales requeridos.
 - **Valores predeterminados:** se logrará obtener costos relativamente regulares, es decir, se establecerán supuestos, lo que provoca que los costos no sean tan confiables.
- **Por el sistema de acumulación**
 - **Sistema de costos de acumulación por órdenes de producción:** es un procedimiento realizado por las empresas que trabajan bajo pedido o por lotes.
 - **Sistema de acumulación de costos por procesos:** es un procedimiento utilizado por empresas que fabrican en serie y a gran escala.
- **Por el método**
 - **Absorción:** para establecer el costo de fabricación se va a incluir todos los elementos del costo ya sean variables o fijos.
 - **Variable:** al momento de establecer el costo, solo se incluirá los costos variables.
- **Por el grado de control**
 - **Controlables:** se definen como aquellos que dependen de los directivos y por ende pueden ser influenciados con el propósito de mejorarlos.
 - **No Controlables:** son los que no dependen de los directivos, debido a que ya se encuentran establecidos previamente.

- **Gráfico de análisis del punto de equilibrio**

Según Warren et al., (2010, pág. 130-250) el análisis del punto de equilibrio ayuda a comprender mejor los ingresos, gastos, ganancias o pérdidas en relación con los distintos niveles de unidades vendidas. El gráfico a continuación representa lo dicho:

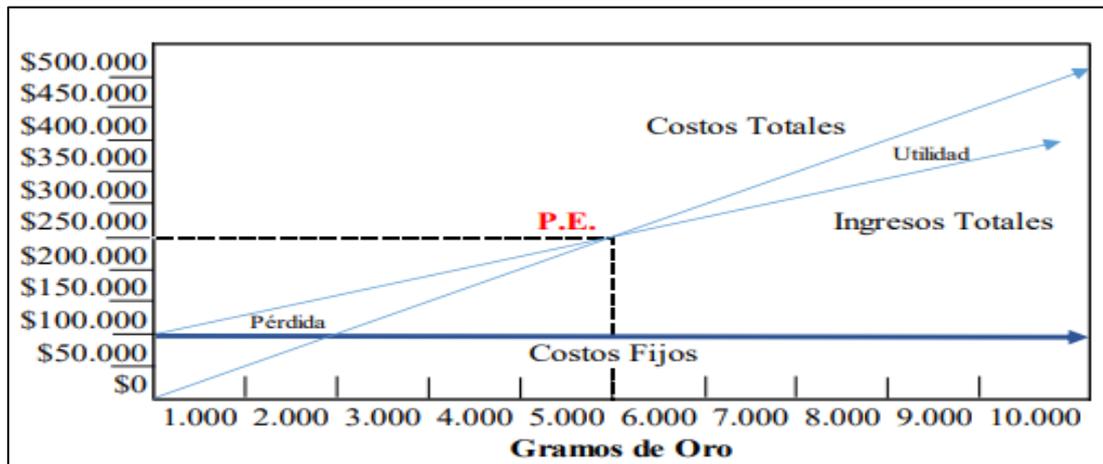


Ilustración 2-3: Punto de equilibrio

Fuente: García y Mesías, 2020, pág. 27.

Como podemos ver en el gráfico, una empresa debe ganar al menos USD 250.000 o vender al menos 5.000 gramos de oro para llegar a su punto de equilibrio, es decir, no tener ni ganancias ni pérdidas (García y Mesías, 2020, pág. 28).

2.3.5. Costo variable

Warren et al. (2010, págs. 130-250) explica que el término "costo variable", también conocido como "costo directo", hace referencia a un enfoque que considera únicamente los costos variables de fabricación. En este método, los costos fijos indirectos no se incluyen en el cálculo del costo de producción, sino que se consideran como gastos separados. En teoría, el costo de producción se compone de:

- Materia prima directa
- Mano de obra directa
- Costos indirectos variables

- **Características**

De acuerdo a García (2014, pág. 338) las características de esta herramienta se enumeran las siguientes:

- Los costos de producción y operación se clasifican en costos fijos y costos variables.
- El costo de producción no incluye los costos fijos, los mismos que se van a contabilizar como gastos del periodo.
- El costo unitario variable de producción se utiliza para valorar inventarios de productos en proceso, productos terminados y artículos vendidos.
- El costo total variable está compuesto por los costos variables de producción y los costos variables de operación.
- Se puede aplicar en sistemas contables de órdenes de producción o procesos, tanto con enfoque histórico como predeterminado.

2.3.6. Costo absorbente

Según Warren et al. (2010, págs. 130-250) el costo absorbente considera los siguientes costos de producción:

- Materiales directos.
- Mano de obra directa.
- Costos indirectos de fabricación.
- Costos indirectos fijos.

A su vez, se denomina costeo absorbente porque el inventario de productos en proceso absorbe todos los costos que una entidad consume.

2.3.7. Diferencia entre costo variable y costo absorbente

Existen varias diferencias entre el costo variable y absorbente, García (2014, pág. 338) detalla una tabla comparativa entre estos costos.

Tabla 2-1: Diferencia entre costo variable y absorbente

CONCEPTO	VARIABLE	ABSORBENTE
Costo de producción	Conformado por los costos variables de MP, MO Y CIF.	Conformado por MP, MO Y CIF, sin considerar si tienen o no características fijas o variables en relación al volumen de producción.
Costos unitarios de producción	Costos unitarios se mantienen constantes, debido a que se utiliza solo los costos necesarios para fabricar una unidad sin considerar el volumen de producción.	Costos unitarios varían según el volumen de fabricación, es decir, a mayor volumen de fabricación el costo unitario será menor y a menor volumen el costo unitario será mayor.
Costos fijos de producción	No se acumulan, solamente se consideran como costos del periodo y los mismos se reflejan en el estado de resultados.	Si se acumulan, debido a que son parte del costo de producción y se reflejan en el estado de resultados cuando y a medida que los productos se venden.
Inventarios	Las variaciones en los inventarios no afectan a los resultados del periodo, ya que se encuentran de acuerdo a los volúmenes de las ventas.	Las variaciones en los inventarios afectan a los resultados del periodo y exponen tendencias opuestas a los volúmenes de venta.

Fuente: García, 2014, pág. 232.

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

2.3.8. Costos unitarios en la explotación de minería subterránea

- **Costo total y costo unitario**

La acumulación de todos los gastos relacionados con un elemento específico de costo conforma el costo total. Al dividir el costo total entre la cantidad de unidades que constituyen el objeto de costo, obtenemos el costo unitario. El costo unitario, a su vez, representa el promedio de producción de una unidad del producto en un determinado volumen de producción. Estas unidades pueden ser expresadas en diversas formas (Rojas, 2021, pág. 32).

2.3.9. Depreciación

La depreciación se refiere a la disminución del valor económico de un activo a medida que transcurre el tiempo. También puede ser entendida como el costo o valor asociado a la propiedad y posesión de un activo durante su período de utilidad. (Ruiz, 2015, pág. 75).

Por lo tanto, a lo largo de la vida útil del activo adquirido, la depreciación dará lugar a dos aspectos económicos: a) el costo, que refleja la disminución del valor de adquisición del activo, y b) el valor residual del activo al final de su vida útil, evitando su depreciación total. Muchos activos, incluso al alcanzar el fin de su vida útil, mantienen un valor residual conocido como "valor de rescate". (Ruiz, 2015, pág. 75).

Inicialmente, determinar este factor resulta complejo debido a la variabilidad de las condiciones operativas y la calidad del mantenimiento o reparación del activo en cuestión. Al llevar a cabo la depreciación, es crucial tener en cuenta el VALOR RECUPERABLE al término de su vida útil. Este valor de rescate suele situarse en un rango del 10 al 25% del costo original de adquisición. El más usual es 20% del costo de adquisición; el resto (80%), dividido entre la vida útil, constituye la Depreciación.

$$D = 0.8 * \text{Precio adquisición} / \text{Vida útil}$$

2.3.10. Amortización

O monto periódico de devolución, pago periódico o recuperación del capital invertido. Se halla aplicando la siguiente fórmula:

$$a = A [((1 + i)^n * i) / ((1 + i)^n - 1)]$$

También se aplica la siguiente fórmula:

$$a = (A * i * Fi) / \text{Horas de operación por año}$$

$$Fi = (n + 1) / 2n$$

Donde:

a = Amortización

A = Monto invertido, monto del préstamo o Valor Presente

i = Tasa de interés

n = Vida útil del bien, número de cuotas de devolución. Es en base a estándares y/o experiencias.

Fi = Factor de inversión. En este caso, está dado en años.

2.3.11. Clasificación de los costos, para análisis con precios unitarios

Según el enfoque y la aplicación, los costos se clasifican de manera diferente; en este caso, se subclasificarán para determinar el costo unitario de producción por tonelada con base en los siguientes factores:

- **Perforación**

- Insumos de perforación.
- Alimentación mina (perforistas y ayudantes de perforación).
- Sueldos mina (perforistas y ayudantes de perforación).
- Depreciación de perforadoras.

- **Voladura**

- Explosivos.
- Alimentación superficie (polvorineros).
- Sueldos superficie (polvorineros).

- **Carga y Transporte**

- Alimentación mina (excepto perforistas y ayudantes de perforación).
- Sueldos mina (excepto perforistas y ayudantes de perforación).
- Depreciación de equipos de carga y transporte.

- **Mantenimiento de Equipos e Instalaciones**

- Repuestos de cargadora y locomotora.
- Repuestos de perforadoras.
- Alimentación superficie.
- Sueldos superficie.
- Insumos para mantenimiento de las instalaciones.

- **Operaciones Auxiliares**

- Energía eléctrica.
- Equipo de protección personal.
- Herramientas.
- Depreciación de equipo.
- Depreciación de Instalaciones.
- Depreciación de la línea de rieles.

- **Sueldos Administrativos**

- Alimentación administrativos
- Sueldos administrativos

2.3.12. Diagnóstico y Análisis del Costo Unitario de una Operación Minera

De acuerdo a lo descrito por Cárdenas y Gavilanes (2018, pág. 25) esta información financiera correspondiente al período de estudio desempeña un papel crucial en el análisis de la evolución de las variables que conforman el costo total de producción. El propósito es proporcionar orientación a la dirección de la empresa en la gestión de los recursos financieros. Fue necesario organizar detalladamente la información sobre los costos de producción según la etapa específica de la actividad minera.

Dado que los valores de las inversiones pueden fluctuar con el tiempo, el análisis del costo unitario de una operación minera está atado al periodo o tiempo de análisis. Por otro lado, se sigue frecuentemente la normativa del Código del Trabajo, que establece una serie de beneficios sociales para los empleados. La unidad de tiempo empleada en el análisis es 1 día, de modo que la depreciación de las instalaciones y equipos se expresa en términos de USD/día. (Cárdenas y Gavilanes, 2018, pág. 1).

2.4. Ciclo de extracción

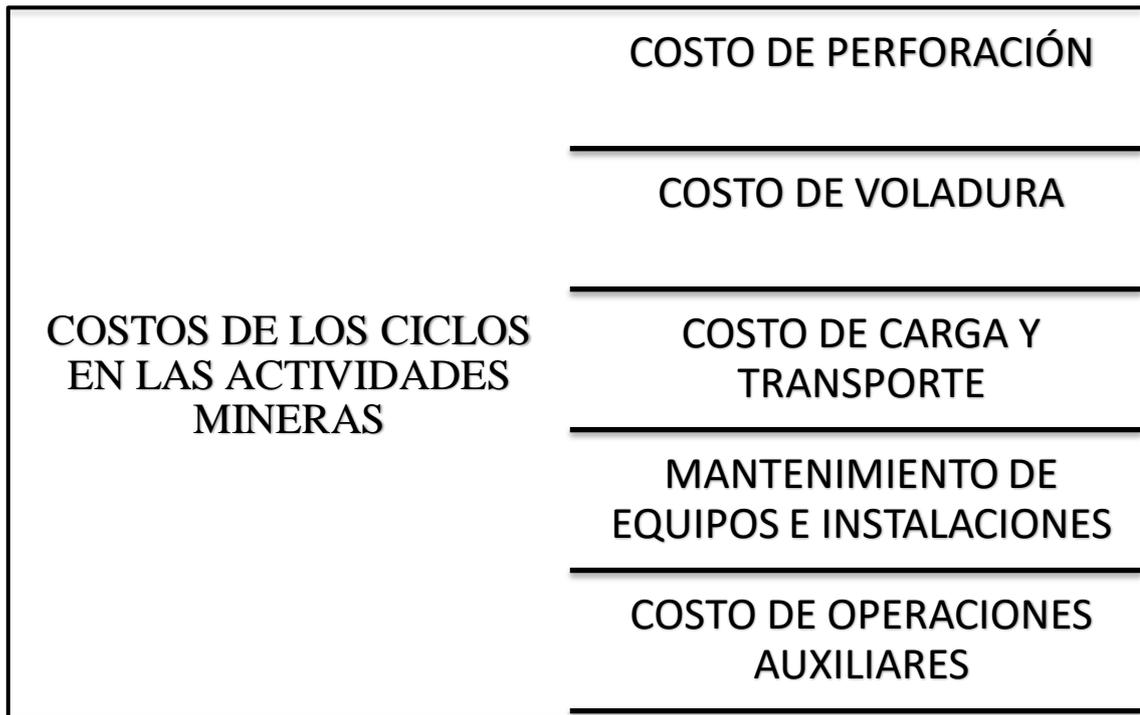


Ilustración 2-4: Esquema de costos

Fuente: Rojas, 2021, pág. 5.

Realizado por: Valverde José, Jaramillo Andrés, 2023.

2.4.1. Ciclo de vida minero

El ciclo de vida minero es un concepto crucial en la industria minera, ya que contribuye a asegurar que los proyectos mineros sean desarrollados y explotados de forma sostenible. Al abarcar el ciclo de vida completo de un proyecto minero, las empresas pueden detectar y gestionar los posibles impactos ambientales y sociales derivados de sus operaciones, además de planificar el cierre y la restauración del sitio minero. Este enfoque integral permite una gestión responsable y equilibrada de las actividades mineras, considerando tanto los aspectos económicos como los aspectos ambientales y sociales involucrados. (Alvarado, 2017, pág. 182).

La minería subterránea se encarga de la extracción de minerales que se hallan bajo la superficie terrestre. Dentro de este ámbito, existen diversas labores mineras diseñadas para facilitar el transporte del mineral (tanto de la veta como de la caja) desde diferentes frentes de trabajo hasta la superficie. Las actividades operativas unitarias, como la perforación, voladura, transporte, entre otras, se llevan a cabo en estos proyectos de minería subterránea. Estas operaciones son esenciales para la construcción de diversas estructuras subterráneas (Mejía y Navarro, 202, págs. 5-8).

2.4.2. Perforación

Según el mismo autor, el propósito primordial de la perforación es fragmentar el material, creando así cavidades en la roca que serán utilizadas para colocar los explosivos. Además de su contribución a la fragmentación, la perforación a menudo provee información crucial sobre las leyes y dureza del macizo rocoso. La perforación puede ser clasificada en dos categorías basadas en el método mecánico utilizado: percusión y rotación (Rojas, 2009, pág. 101).

Percusión: La fuerza de varios impactos de alta energía y alta frecuencia hace que la herramienta penetre en la roca.

Rotación: la herramienta penetra en la roca al actuar en conjunto con un par rotacional y un poderoso empuje aplicado a la superficie de la roca.

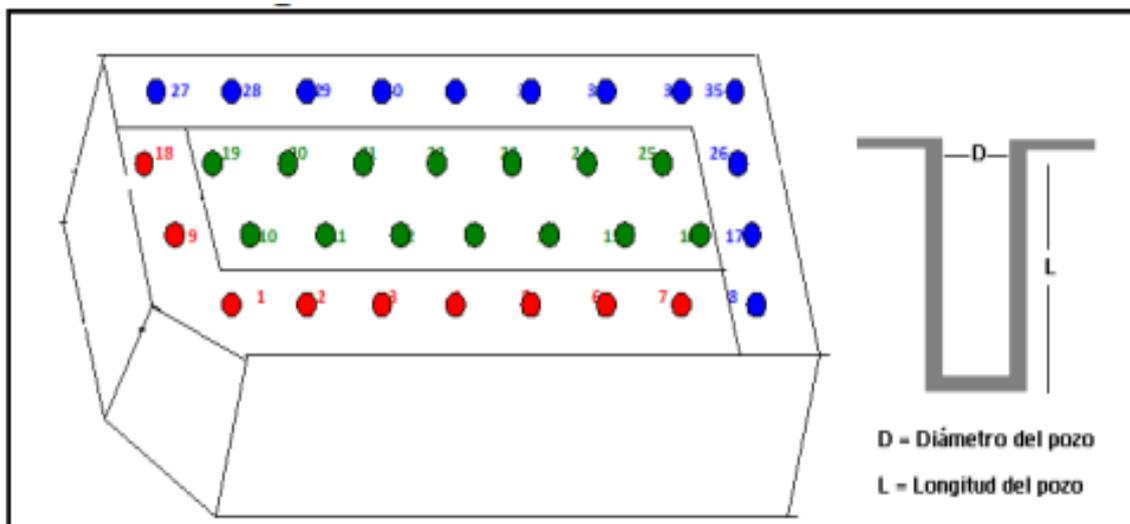


Ilustración 2-5: Malla de perforación.

Fuente: Rojas, 2009, pág. 101.

• Tipos de perforación

- **Perforación manual:** En este método, se utiliza un barreno para facilitar la rotación y extracción del material. Uno de los trabajadores sostiene el material mientras el otro golpea con un combo antes de girar un cierto ángulo para continuar el proceso de perforación. En la minería artesanal, un solo trabajador puede manejar este proceso.
- **Perforación neumática:** En esta técnica, se utiliza un perforador convencional impulsado por aire comprimido. El aire comprimido se utiliza como energía para crear agujeros de pequeño

diámetro utilizando barrenos integrales con una punta biselada (cincel) que tritura la roca en el interior del taladro. Cada golpe del perforador hace que la roca gire en un círculo que coincide con el diámetro del taladro, creando el agujero en el proceso (Seguridad Minera, 2016, pág. 11).

- **Perforación hidráulica:** Esta técnica emplea equipos altamente sofisticados y automatizados con capacidades avanzadas y alto rendimiento. Utiliza la energía hidráulica para la transmisión, control de fuerza y movimiento en el proceso de perforación. Además, cuenta con un panel de control computarizado equipado con un software de perforación que muestra el patrón necesario para la perforación. La ventaja principal de estos equipos es su precisión y paralelismo excepcionales en la perforación. Se utiliza especialmente en la gran minería debido a su alto rendimiento (Seguridad Minera, 2016, pág. 11).

- **Tipos de perforadoras neumáticas**

- **Jack Leg:** Esta perforadora tiene una barra de avance y se utiliza para perforar en direcciones horizontales e inclinadas. Es comúnmente usada en la construcción de galerías, subniveles y rampas. La barra de avance sostiene la perforadora y brinda comodidad al operador (Seguridad Minera, 2016, pág. 11).
- **Jack Hamer:** Estas perforadoras se utilizan para perforar piques en dirección vertical o inclinada hacia abajo. El avance se logra mediante el peso propio de la perforadora (Seguridad Minera, 2016, pág. 11).
- **Stoper:** Esta perforadora se emplea en la construcción de chimeneas y en el proceso de tajeado en operaciones mineras (perforación vertical hacia arriba). Consiste en un equipo perforador unido a la barra de avance, formando una unidad compacta (Seguridad Minera, 2016, pág. 11).

2.4.3. Voladura

La voladura en minería subterránea cumple un papel esencial al romper la roca de manera eficiente, efectiva y económica. La elección del sistema de voladura utilizado desempeña un papel crucial en esta tarea. La finalidad principal es fragmentar la roca y reducir su tamaño para que sea más manejable por los equipos de minería. Para lograr esto, se genera una onda de choque expansiva interna. El proceso de voladura implica cargar los pozos o huecos generados durante la perforación con explosivos. El objetivo es fragmentar la roca en pedazos de tamaño adecuado. La fragmentación de la roca requiere la aplicación de energía, la cual generalmente proviene de

una reacción química resultante de la detonación de cargas explosivas colocadas en el macizo rocoso. Es importante que los materiales resultantes de la voladura cumplan con una granulometría específica y una disposición espacial adecuada para facilitar los procesos subsiguientes (Mejía y Navarro, 2021, pág. 20).

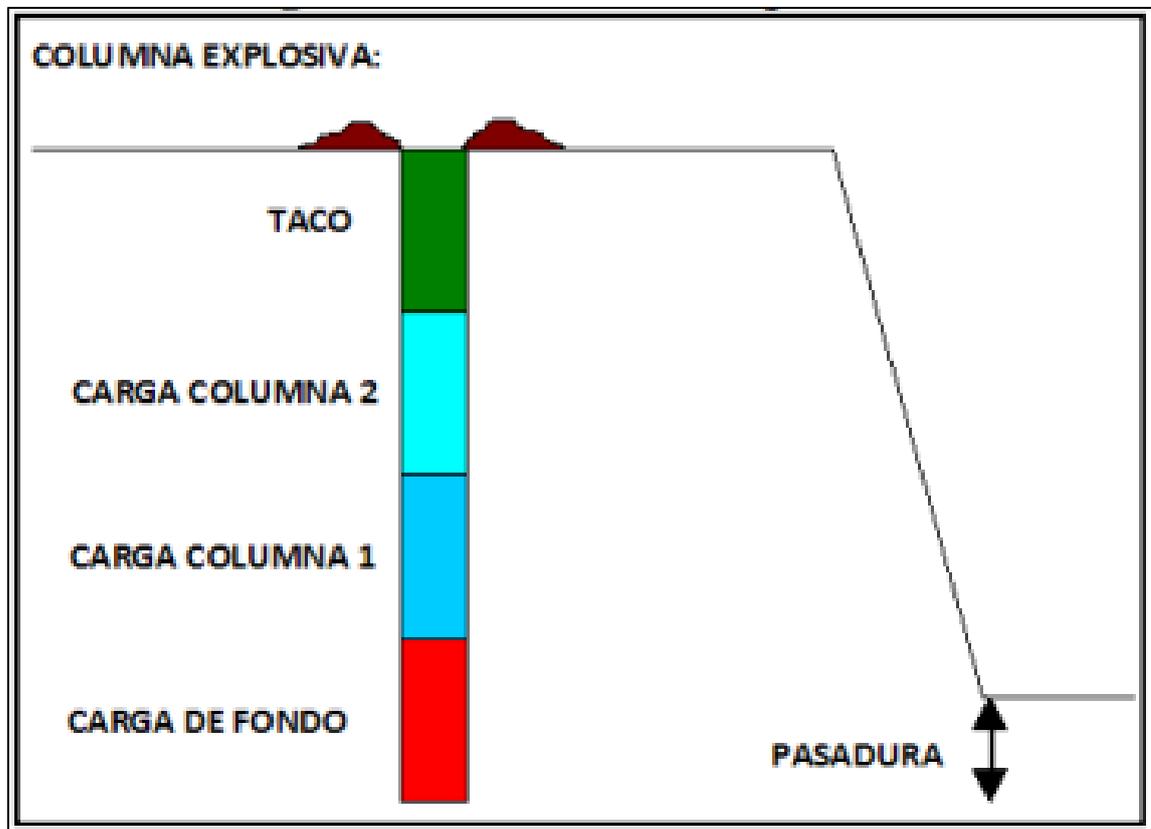


Ilustración 2-6: Columna explosiva

Fuente: Rojas, 2009, págs. 90-91.

• Actividades de Tronadura

Rojas (2009, pág. 101) en su trabajo de titulación menciona que el objetivo del proceso de tronadura es fracturar y remover el material requerido mientras se produce una granulometría adecuada para su posterior manejo. Esto se puede resumir en la secuencia de actividades expuesta a continuación:

- Preparación del frente de trabajo.
- Posicionamiento de equipos de carguío de explosivos.
- Introducción del explosivo y accesorios necesarios para la voladura.
- Control de calidad del explosivo (en ciertos casos).
- Entacado del pozo.

- Amarre según secuencia de detonación especificada.
- Revisiones de seguridad en el sector y sectores aledaños involucrados.
- Primer aviso.
- Avisos posteriores y últimos.
- Tronadura.
- Ventilación o limpieza del sector hasta que quede completamente despejada.
- Revisión de seguridad que incluyen los tiros quedados y bloques colgados.
- Quema de tiros quedados, descolgado de bloques, reducción secundaria.

2.4.4. Acarreo y transporte

El proceso de manejo y transporte de materiales es uno de los aspectos más costosos en la producción minera, debido a la necesidad de una gran cantidad de equipos (flota), su alto nivel de mecanización y su operación continua. Este proceso representa una parte significativa de los costos totales de la mina, generalmente entre el 45% y el 65%, lo que resalta su importancia en términos económicos. La optimización de este proceso es crucial para garantizar un rendimiento eficiente y rentable. Para lograrlo, se busca definir las mejores alternativas de diseño de flota para un proyecto minero específico. Además, es esencial que la flota de equipos de carga y transporte cumpla con ciertos requisitos clave:

- Compatibilidad física con la carga y los equipos de transporte, lo que implica que los equipos deben poder operar en la mina bajo condiciones típicas de operación y seguridad. Esto incluye consideraciones como la altura de los bancos, las dimensiones operativas y la selectividad de la operación.
- Compatibilidad física entre los equipos de carga y transporte. Es fundamental que los equipos de carga y transporte trabajen en armonía. Por ejemplo, la pala debe ser compatible con el camión en términos de capacidad de carga y altura de carga. (Rojas, 2009, págs. 90-91).
- **Factores que intervienen en el carguío y transporte**

Según Rojas (2021, págs. 24) los factores son los siguientes:

- 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.

2.4.5. *Relleno*

La creación de una plataforma de trabajo adecuada es esencial en la minería subterránea para llevar a cabo operaciones de perforación y otros trabajos de manera eficiente y segura. En el caso específico de la perforación del corte posterior, se lleva a cabo un proceso que implica agregar material estéril (material que no contiene minerales económicos) sobre la plataforma de trabajo. (Villacrés, 2016, pág. 6).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Información general de la zona de estudio

3.1.1. Localización geográfica

La metodología utilizada para recopilar los datos específicos sobre la ubicación geográfica, las características físicas del entorno, la información relacionada con la concesión minera y el funcionamiento de la Asociación Minera NUEVO AMANECER, se basa en un enfoque sistemático y exhaustivo. A continuación, se describe como se obtiene esta información:

- **Investigación preliminar:** Se realiza una investigación preliminar para comprender la ubicación geográfica y las características físicas generales del área donde se encuentra la concesión. Esto implica revisar fuentes de información geográfica como mapas topográficos, imágenes satelitales y datos climáticos disponibles públicamente.
- **Identificación de fuentes de datos:** Se identifican las fuentes de datos relevantes para obtener información detallada sobre la geología, los tipos de suelo, la vegetación y otros aspectos relacionados con el entorno físico. Esto incluyó la revisión de informes geológicos, estudios de suelos, informes ambientales y otros documentos relacionados con la región y la industria minera.
- **Recopilación de datos en el campo:** Se lleva a cabo visitas al área de estudio para recopilar datos directamente en el terreno. Durante estas visitas, se realizaron observaciones detalladas de la geología, los tipos de suelo, la vegetación y otros aspectos físicos relevantes. También se tomaron muestras de suelo y se recolectaron datos adicionales utilizando equipos especializados, como sondas de muestreo, medidores de vegetación y otras herramientas de análisis geológico.
- **Establecimiento de contacto:** Se establece contacto inicial con los representantes de la mina. Esto a través de llamadas telefónicas y correos electrónicos. Durante esta fase, se busca establecer una relación de confianza y clarificar los objetivos y necesidades de la recopilación de datos.

- **Programación de reuniones:** Una vez establecido el contacto inicial, se programan reuniones con los encargados de la mina. Estas reuniones se llevan a cabo de forma presencial para darle mayor seriedad al estudio.
- **Entrevistas y cuestionarios:** Durante las reuniones, se llevan a cabo entrevistas y se utilizan cuestionarios estructurados para recabar información relevante sobre las características físicas y geográficas de la zona. Se formulan preguntas específicas relacionadas con la geología, los tipos de suelo, la vegetación y cualquier otro aspecto relevante para el estudio. Además, se solicita documentos o informes que contengan información adicional sobre la zona en cuestión.
- **Registro y documentación:** Durante las entrevistas y reuniones, se registra y documenta cuidadosamente la información proporcionada por los representantes de la mina. Se toma notas detalladas, a la vez se graba las conversaciones (con el consentimiento de los participantes) y se solicita documentos escritos para su posterior revisión.
- **Verificación cruzada de la información:** Una vez recopilada la información, se realiza una verificación cruzada para asegurar la precisión y consistencia de los datos obtenidos.
- **Visita al sitio de la mina:** Se realiza una visita al lugar donde se encuentra la mina, ubicada en el sector río Villa, a una distancia de 182 km de la ciudad de Cuenca. Durante esta visita, se lleva a cabo un relevamiento de campo para recopilar información detallada sobre las características físicas del terreno, la topografía, la hidrología y otros aspectos geográficos relevantes.
- **Recopilación de datos:** Se recopilan datos específicos sobre la ubicación geográfica, las características físicas del entorno, como la geología, los tipos de suelo y la vegetación, así como la información relacionada con la concesión minera y el funcionamiento de la Asociación Minera NUEVO AMANECER.
- **Análisis y procesamiento de datos:** Una vez recopilados los datos, se lleva a cabo un análisis y procesamiento utilizando herramientas y técnicas apropiadas. Esto incluye la interpretación de los datos geográficos y físicos recopilados para obtener una comprensión completa de las características de la zona minera.

3.1.1.1. Acceso

La información referente a las diferentes rutas para llegar a la concesión minera desde la ciudad de Macas se obtiene a través de una investigación que involucra la recopilación de datos geográficos y viales. Se utilizan fuentes cartográficas, bases de datos geoespaciales y consultas en línea para obtener la información necesaria.

Se realizan consultas en fuentes cartográficas y mapas topográficos para identificar las vías y rutas principales que conectan la ciudad de Macas con la concesión minera. Además, se accede a bases de datos geoespaciales y sistemas de información geográfica para obtener información detallada sobre las vías, incluyendo señalización, asfaltado y características viales relevantes. También se llevan a cabo entrevistas con transportistas y personas familiarizadas con la zona para obtener información adicional sobre las diferentes rutas y su accesibilidad. Estas entrevistas proporcionan detalles específicos sobre las vías, como su longitud, puntos de referencia y características particulares.

Una vez recopilados los datos, se analizan y organizan de manera sistemática para presentar la información de forma clara y precisa. Se utilizan herramientas de análisis geoespacial para representar las rutas en mapas y se generan figuras que ilustran visualmente las diferentes opciones de acceso a la concesión minera desde la ciudad de Macas.

Es importante destacar que la obtención de estos datos se basa en fuentes confiables y se verifica su precisión y actualidad. La información recopilada se utiliza para proporcionar detalles específicos sobre las rutas y caminos que conducen a la concesión minera, ofreciendo una visión clara de las opciones disponibles para acceder a dicha zona desde la ciudad de Macas.

3.1.1.2. Hidrografía

La información relacionada con la hidrografía de la zona se recopila como parte de la investigación, utilizando diferentes fuentes y métodos:

- **Consulta de fuentes cartográficas:** Se realizan consultas en fuentes cartográficas especializadas que proporcionan información sobre los cuerpos de agua en la zona de estudio. Esto incluye ríos, arroyos, lagos y cualquier otro elemento hidrográfico relevante.

- **Análisis de datos geospaciales:** Se accede a bases de datos geospaciales y sistemas de información geográfica que contienen información detallada sobre la hidrografía de la zona. Estos datos incluyen características como la ubicación, la extensión y la red de drenaje de los cuerpos de agua.
- **Relevamiento de campo:** En algunos casos, se puede llevar a cabo un relevamiento de campo para verificar y complementar la información recopilada. Esto puede implicar visitas a los cuerpos de agua y la recopilación de datos in situ, como mediciones de caudal o características hidrológicas específicas.
- **Análisis y presentación de datos:** Una vez recopilada la información hidrográfica, se realiza un análisis de los datos para identificar patrones, tendencias y relaciones relevantes. Estos resultados se presentan de manera clara y precisa en informes o documentos visuales, como mapas o gráficos, para facilitar la comprensión de la hidrografía de la zona de estudio.

3.1.1.3. *Clima*

La información sobre el clima en el cantón Camilo Ponce Enríquez, ubicado en la provincia de El Oro, se obtuvo del sitio web "Climate-Data.org". Según los datos proporcionados, el clima en este cantón se clasifica como tropical, con una temperatura media anual de 23.8 °C y una precipitación media anual de 1,924 mm.

En términos de temperatura, se identificó que el mes más cálido es abril, con una temperatura promedio de 24.9 °C, mientras que el mes más frío es julio, con una temperatura promedio de 22.5 °C. Estos datos son relevantes para comprender las variaciones estacionales en la temperatura y pueden tener implicaciones en diferentes sectores económicos, como la agricultura y la minería.

En cuanto a la precipitación, se observó que el mes más lluvioso es marzo, con una precipitación promedio de 310 mm. Por otro lado, agosto se identificó como el mes más seco, con una precipitación promedio de 101 mm. Estos datos son importantes para comprender el patrón de lluvias en la región y su impacto en actividades como la agricultura, la disponibilidad de agua y la gestión de recursos hídricos.

Esta información sobre el clima del cantón Camilo Ponce Enríquez es valiosa para el estudio y análisis de diferentes fenómenos relacionados con la minería, la agricultura y otros sectores

económicos. Permite comprender las condiciones climáticas generales de la zona y cómo pueden influir en aspectos como la producción, la planificación y la toma de decisiones en diversos ámbitos.

3.1.2. Geología del área de estudio

3.1.2.1. Topografía

Se consultaron mapas topográficos y cartas geográficas que proporcionan detalles sobre la elevación, las características del terreno y la distribución de las distintas formaciones geológicas en el área de estudio. Estos mapas fueron obtenidos de instituciones especializadas en cartografía y geografía, y se utilizaron como referencia inicial para comprender la topografía general del área.

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Se emplean herramientas y software de SIG para acceder a bases de datos geospaciales que contienen información detallada sobre la topografía. Estos datos permiten generar modelos tridimensionales del terreno y obtener mediciones precisas de la altitud y la pendiente en diferentes ubicaciones.
- **Levantamientos topográficos en campo:** En algunos casos, se realizan levantamientos topográficos en campo utilizando equipos de medición especializados, como estaciones totales y receptores de posicionamiento global (GPS). Estos levantamientos permitieron obtener datos más precisos sobre la topografía local, incluyendo detalles sobre la forma del terreno, la presencia de características geológicas específicas y la ubicación de cursos de agua o accidentes geográficos relevantes.

3.1.2.2. Geología regional

- **Investigación documental:** En esta etapa de la investigación, se lleva a cabo una exhaustiva revisión de la literatura geológica existente relacionada con la región donde se encuentra la mina "Nuevo Amanecer". Esta investigación documental tiene como objetivo recopilar y analizar informes técnicos, estudios geológicos previos, artículos científicos y mapas geológicos relevantes. Al realizar esta revisión, se obtiene una visión integral de la geología regional actualizada y se identifican los aspectos clave que proporcionan una base sólida para el estudio.

- **Reconocimiento de campo:** Llevar a cabo un reconocimiento detallado de la zona de la mina "Nuevo Amanecer". Esto implica la observación directa de las características geológicas presentes en el área, como la identificación de diferentes unidades litológicas, estructuras geológicas (fallas, pliegues, etc.) y otras características relevantes. Durante el reconocimiento de campo, se han recopilado datos sobre la geología local, incluyendo la composición de las rocas, la presencia de estructuras y la distribución espacial de las unidades geológicas.
- **Muestreo de rocas:** Recolectar muestras representativas de las rocas presentes en la zona de la mina "Nuevo Amanecer". Estas muestras se han seleccionado cuidadosamente para obtener una representación adecuada de las unidades geológicas identificadas durante el reconocimiento de campo. Las muestras de roca recolectadas se utilizarán posteriormente para análisis mineralógicos, geoquímicos y petrográficos en el laboratorio.
- **Análisis de laboratorio:** Las muestras de rocas recolectadas en el campo se llevan al laboratorio para realizar análisis detallados. Esto incluye análisis mineralógicos mediante técnicas como microscopía petrográfica y difracción de rayos X, análisis geoquímicos para determinar la composición química de las rocas y análisis isotópicos para comprender la edad y el origen de las unidades geológicas presentes.
- **Integración de datos:** Todos los datos recopilados, tanto de la investigación documental como del reconocimiento de campo y los análisis de laboratorio, se han integrado para desarrollar un modelo geológico regional. Este modelo geológico proporcionará información detallada sobre las características geológicas de la zona de la mina "Nuevo Amanecer", incluyendo la composición de las rocas, la estructura geológica y otros aspectos relevantes.

3.1.2.3. *Geología local*

- **Análisis de depósitos sedimentarios:** Realizar un análisis detallado de los depósitos sedimentarios presentes en la zona de la mina "Nuevo Amanecer". Esto implica la identificación y muestreo de depósitos de arcillas y gravas de origen fluvial. Estos depósitos se encuentran en la zona costera cercana a la mina. Este análisis permite comprender la composición, la distribución espacial y las características físicas de estos depósitos.
- **Integración de datos sedimentológicos:** Los datos recopilados a través del análisis de los depósitos sedimentarios se integran con los datos geológicos obtenidos previamente. Esto permite una mejor comprensión de la evolución geológica y la historia sedimentaria de la zona

de la mina "Nuevo Amanecer". Además, esta integración de datos sedimentológicos proporciona información valiosa sobre los procesos deposicionales y las condiciones ambientales que influyen en la formación de estos depósitos del Cuaternario.

3.1.2.4. Mineralización

- **Caracterización mineralógica:** Se lleva a cabo una caracterización mineralógica de las rocas presentes en la zona de la mina "Nuevo Amanecer". Esto involucra el análisis de muestras de rocas recolectadas, utilizando técnicas como microscopía petrográfica, difracción de rayos X y análisis químicos.
- **Estudio de la mineralización aurífera:** Se realizan análisis geoquímicos y mineralógicos en muestras recolectadas durante el muestreo. Estos análisis permiten caracterizar la mineralización aurífera, identificar minerales asociados y determinar las concentraciones de oro y otros elementos relevantes.
- **Interpretación de datos:** Se lleva a cabo una interpretación detallada de los datos obtenidos a través del muestreo y los análisis de laboratorio. Se identifican las características principales de la mineralización aurífera, se analiza su relación con las litologías y estructuras geológicas, y se evalúa su distribución espacial y continuidad.

3.1.3. Operaciones Productivas

Se identifican las diferentes áreas de trabajo en la concesión minera y se definieron las funciones y responsabilidades asociadas con cada área. Luego, se revisaron los contratos de operaciones y se realiza entrevistas con el personal para determinar su pertenencia a un grupo de trabajo específico.

Con base en esta información, se categoriza al personal en los distintos grupos de explotación, creando así una tabla que muestra los nombres de los responsables para cada área de trabajo en la mina. Se verifica y actualiza la información con el departamento de Recursos Humanos, asegurando la precisión y actualidad de la tabla, y se comunica a los empleados su afiliación y responsabilidades en sus respectivos grupos de explotación.

3.1.3.1. Ritmo de Producción

Se sigue la metodología de recopilar diariamente los registros de producción de cada grupo de trabajo. Se identifican las áreas de trabajo y se categoriza al personal en grupos de explotación.

Luego, se realiza un análisis continuo de los datos recopilados durante el periodo de estudio para obtener la producción diaria de cada grupo. Finalmente, se suman las producciones diarias de todos los grupos para obtener la producción total registrada durante el periodo de estudio.

3.1.4. Ciclo de Extracción

Recopilación de Datos: Se lleva a cabo la recopilación de datos diarios sobre la producción en el tajo, el proceso de perforación y las características de los barrenos. También se recopilaron datos sobre el tipo de explosivos utilizados en la voladura y el sistema de iniciación empleado.

Análisis de Datos de Perforación y Voladura: Se analizan los datos recopilados sobre la perforación, asegurando que la fragmentación no exceda las 4 pulgadas y que la desviación de los barrenos se mantenga por debajo del 2%. Se determina la cantidad de carga para cada taladro según las condiciones de la roca.

Proceso de Carguío y Transporte: Se observa el proceso de carguío y transporte en la mina, utilizando maquinaria tipo gallineta o retroexcavadora, así como volquetes y vagones de diferentes capacidades para el transporte del material hacia la planta de beneficio y la salida del material del tajo.

Relleno y Plataforma de Trabajo: Se analiza el proceso de relleno para crear una plataforma de trabajo que permitiera la perforación del corte posterior

Documentación y Fuentes: Se consultan documentos como informes diarios de avance y fuentes relevantes de la empresa, como el personal responsable del trabajo en la mina, para obtener información precisa y actualizada sobre las operaciones.

Al seguir estos pasos, se obtiene la información necesaria para describir el proceso de minado en el tajo, la perforación, voladura, carguío, transporte y relleno en la mina Nuevo Amanecer, proporcionando una visión detallada de las operaciones mineras en la concesión durante el periodo de investigación.

3.2. Aplicación de la metodología de absorción

3.2.1. Diagnóstico detallado de los costos de producción de acuerdo a la fase de la actividad minera

En la fase de explotación se analizan más a fondo los principales factores que inciden en el cálculo del costo de producción de una empresa minera por parte de TMS; el sistema de acumulación de costos de producción por intereses, resultados y depreciaciones es el diagnóstico específico.

- **Energía Eléctrica**

Para el cálculo del valor de consumo de energía eléctrica en interior mina, se tomó en cuenta el 80% del valor total de la planilla de consumo; este porcentaje fue definido previamente por el departamento técnico de la empresa. Este valor se dividirá equitativamente para cada uno de los grupos. El porcentaje que corresponde al consumo de interior mina para el periodo de análisis se muestra a continuación.



Ilustración 3-1: Generadores de energía eléctrica

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- **Equipo de Protección Personal**

El equipo de protección personal que utilizan los empleados es el exigido por las normas de seguridad y se desecha de acuerdo al tiempo de uso y deterioro. Además, existe un registro de EPP que se despacharon a lo largo del periodo de análisis. Además, existe un valor de EPP compartido entre los grupos que corresponde al monto utilizado por el personal administrativo y de visitas.

- **Explosivos**

El detalle de consumo de explosivos durante el periodo de análisis se los obtiene de acuerdo a los registros de salida de bodega que se los lleva cada vez que se realiza la adquisición de dichos productos, así como también en el momento en el que los trabajadores retiran los explosivos de acuerdo a la necesidad y trabajo que se esté realizando en cada frente de explotación.

Por lo general se emplea como explosivo Explogel III 7/8" x 7", Emulsen 7/8" x 7" y ANFO y como sistema de iniciación mecha de seguridad (mechalenta) y fulminante Ordinario N°8, fabricados por la empresa Explocen.



Ilustración 3-2: Explosivos

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.



Ilustración 3-3: Preparación de la mecha con explosivo

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- **Herramientas**

El detalle de consumo o adquisición de herramientas durante el periodo de análisis, se los lleva de acuerdo a los registros de facturas de compra de cada una de dichas herramientas, las mismas que se van adquiriendo de acuerdo a las necesidades de los trabajadores y la empresa, mismas que mediante dicho registro contabiliza la cantidad de herramientas que se proporciona, así también los trabajadores, mediante el encargado de bodega, tiene la responsabilidad de cuidar y devolver los equipos y herramientas que bodega les proporcione para su uso diario en el trabajo.

- **Insumos para mantenimiento de las instalaciones**

El registro de bodega de los insumos utilizados para el mantenimiento de la línea de aire comprimido, línea de rieles, tubería de transporte de agua, mangas de ventilación, en el periodo de análisis, valores que se dividirá equitativamente para cada uno de los 6 grupos.

- **Alimentación**

La alimentación a todo el personal de trabajo es realizada por un comedor que cobra USD 2,25 por cada comida, ya sea desayuno, almuerzo o cena. Evidentemente, cada grupo cubre los costos de alimentación de sus empleados que trabajan en el interior de la mina, mientras que cada uno de los seis grupos cubre por igual los costos de alimentación del personal administrativo que

trabaja en la superficie. El costo de los alimentos varía ya que algunos trabajadores de interior mina, encargados y los de administración en ocasiones se alimentan fuera de la mina.

3.2.2. Diagnóstico y análisis del costo unitario de una operación minera

Esta información financiera relacionada con el período de estudio, nos permite analizar la evolución de las variables que componen el costo final de producción con el objetivo de orientar a la gerencia en el manejo de los recursos económicos. Es necesario clasificar la información detallada sobre costos de producción según la fase de la actividad minera.

Debido a que los precios de los insumos, equipos y maquinaria pueden cambiar con el tiempo, el análisis del costo unitario de una operación minera está sujeto al tiempo o período de análisis.

Por otro lado, con respecto a la mano de obra de los trabajadores, a menudo se sigue la norma del Código del Trabajo, del cual se deriva una lista de beneficios sociales a los que tienen derecho los empleados.

La unidad de tiempo del análisis es un día, por lo que la depreciación de las instalaciones y equipos se expresa en USD/por día.

- **Perforación**

- **Registro de costos:** Se registra detalladamente los costos asociados a la perforación, incluyendo el uso de maquinaria, equipos, mano de obra y materiales. Cálculo de los ingresos generados por la venta de los productos mineros obtenidos a través de la perforación. Restar los costos totales de la perforación a los ingresos obtenidos para obtener el beneficio neto de esta etapa.

- **Voladura**

- **Registro de costos:** Se registra detalladamente los costos asociados a la voladura, como el costo de los explosivos, accesorios y otros materiales utilizados. Cálculo de los ingresos generados por la venta de los productos mineros obtenidos a través de la voladura. Restar los costos totales de la voladura a los ingresos obtenidos para obtener el beneficio neto de esta etapa.

- **Carga y transporte**

- **Registro de costos:** Se registra detalladamente los costos asociados a la carga y transporte de los materiales mineros, incluyendo los gastos de maquinaria, equipos de carga y transporte, mano de obra y combustible. Cálculo de los ingresos generados por la venta de los productos mineros obtenidos a través de la carga y transporte. Restar los costos totales de la carga y transporte a los ingresos obtenidos para obtener el beneficio neto de esta etapa.

- **Mantenimiento de equipos e instalaciones**

- **Registro de costos:** Se registra detalladamente los costos asociados al mantenimiento de los equipos e instalaciones utilizados en el ciclo minero. Cálculo de los ingresos generados por la venta de los productos mineros durante el período de funcionamiento de los equipos e instalaciones. Restar los costos totales de mantenimiento a los ingresos obtenidos para obtener el beneficio neto de esta etapa.

- **Operaciones auxiliares**

- **Registro de costos:** Se registra detalladamente los costos asociados a las operaciones auxiliares, como servicios de apoyo, administración, seguridad, entre otros. Cálculo de los ingresos generados por la venta de los productos mineros durante el período de las operaciones auxiliares. Restar los costos totales de las operaciones auxiliares a los ingresos obtenidos para obtener el beneficio neto de esta etapa.

3.2.3. *Clasificación de los costos para análisis con precios unitarios, según la metodología de absorción.*

Según el enfoque y la aplicación, los costos se clasifican de manera diferente; en este caso, se subclasificarán para determinar el costo unitario de producción por tonelada; en base a las siguientes variables:

- **Perforación**

Se identifican los costos directamente asociados con la actividad de perforación: esto Incluye el consumo de energía eléctrica para el abastecimiento del aire comprimido y el consumo de aceite hidráulico por mes a la vez se registran los costos de mantenimiento y reparación de los equipos

de perforación, incluyendo la revisión y reemplazo de componentes, la mano de obra y los materiales utilizados.

Para el análisis de costos en perforación se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Insumos de perforación
- Alimentación mina (perforistas y ayudantes de perforación)
- Sueldos mina (perforistas y ayudantes de perforación)
- Depreciación de perforadoras



Ilustración 3-4: Perforadora manual, barreno y broca

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

• Voladura

En el análisis de costos para la actividad de voladura, se identifican los costos directos que incluyen el consumo de energía eléctrica para abastecer el aire comprimido y el consumo de agua por mes. Además, se registran los costos de mantenimiento y reparación de los equipos de perforación, contemplando la revisión, reemplazo de componentes, mano de obra y materiales utilizados. Estos elementos son considerados para evaluar los costos asociados a la voladura y garantizar una gestión eficiente de los recursos en dicha actividad.

Para los costos en voladura se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Explosivos
- Alimentación superficie (polvorineros)
- Sueldos superficie (polvorineros)

- **Carga y Transporte**

En el análisis de costos para la actividad de carga y transporte, se identifican los costos directos, que incluyen el consumo de combustible de la maquinaria utilizada, así como los costos de mantenimiento y reparación de los equipos. Además, se consideran los costos indirectos, como la alimentación del personal minero y los sueldos correspondientes. También se tiene en cuenta la depreciación de los equipos de carga y transporte. Estos aspectos se utilizan para calcular el costo total de la actividad y evaluar su rentabilidad.

Para ello además se toma en cuenta los siguientes aspectos para el análisis de los costos unitarios:

- Alimentación mina (excepto perforistas y ayudantes de perforación)
- Sueldos mina (excepto perforistas y ayudantes de perforación)
- Depreciación de equipos de carga y transporte
- Amortización de equipos.



Ilustración 3-5: Carga y transporte de material

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- **Mantenimiento de Equipos**

En esta etapa se analizan los costos que implica el mantenimiento del equipo y maquinaria, para ello se verifica el registro de implementos adquiridos según la necesidad de cada equipo, ya sean repuestos o implementos necesarios para su buen funcionamiento y máximo rendimiento en su labor diario; dichos registros se analizan tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Repuestos de cargadora y locomotora.
- Repuestos de perforadoras.
- Alimentación superficie (excepto polvorineros y electromecánico).
- Sueldos superficie (excepto polvorineros y electromecánico).



Ilustración 3-6: Batería de locomotora

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- **Mantenimiento de Instalaciones**

En varias instalaciones donde se opera fuera de mina, necesitan mantenimientos o implementos de uso diario, ya sea en oficinas, salas de estar, garitas, comedor, etc. Para ello se cuenta con un registro de dichas actividades:

- Insumos para mantenimiento de las instalaciones
- Alimentación superficie (electromecánico)
- Sueldos superficie (electromecánico)



Ilustración 3-7: Pulmón o tanque de aire

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- **Depreciación de Equipos**

Se analizan la depreciación de los equipos, maquinaria, herramientas en general que incurren en gastos de mantenimiento a largo plazo de cada uno de dichos equipos.

- Depreciación de equipos



Ilustración 3-8: Tanques de aire a presión en mal estado

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- **Depreciación de Instalaciones**

Los denominados pulmones o reservorios de aire para la impresión de aire puro hacia los interiores de las galerías, frentes de explotación, así como la maquinaria que hacen uso de aire a presión y en toda la mina en general, así como también las líneas de rieles por donde se transportan la locomotora y sus vagones con el material, a lo largo de su vida útil sufren depreciaciones y se necesita un mantenimiento constante de las líneas para que el transporte del material no se vea interrumpidas.

- Depreciación de la línea de aire
- Depreciación de la línea de rieles



Ilustración 3-9: Depreciación de rieles y vagones

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- **Gastos Generales**

Se identifican los elementos específicos que se tomarán en cuenta dentro de los gastos generales. Esto implica obtener los registros de facturas, recibos u otros documentos que proporcionen información sobre los costos asociados a cada uno de los elementos. Una vez cuantificados los costos individuales de cada elemento, se procede a sumarlos para obtener el total de los gastos generales. Esta suma representa el gasto total incurrido en los elementos identificados durante el periodo analizado.

En este caso, se considerarán los siguientes elementos:

- Energía eléctrica
- Equipo de protección personal
- Herramientas
- Insumos departamento médico
- Insumos en general

- **Sueldos y salarios**

Se definen claramente los elementos que serán considerados dentro de los sueldos del personal en general y la alimentación de los mismos. En este caso, se incluirán los sueldos del personal administrativo y los costos relacionados con la alimentación del mismo.

- Alimentación
- Sueldos

- **Amortización**

Para realizar los cálculos correspondientes a amortización se procede con la siguiente fórmula:

$$A = C \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

(Mallqui A, 2001, pag. 60)

Donde:

A = Amortización Mensual (Pago uniforme mensual)

C = Costo Total del Equipo (o costo unitario)

i = Tasa de Interés porcentual anual expresada como un decimal

n = Vida Útil

Se recopila los siguientes datos para cada equipo seleccionado:

- Cantidad de equipos adquiridos (CANT).
- Vida útil estimada en años (VIDA UTIL).
- Costo unitario de adquisición por equipo (COSTO UNITARIO).
- Tasa de interés porcentual anual (TASA DE INTERES %).

A continuación, se calcula la tasa de interés mensual (i mensual) a partir de la tasa de interés anual (TASA DE INTERES %) utilizando la siguiente fórmula:

$$i \text{ mensual} = (\text{TASA DE INTERES \%}) / (12 * 100)$$

3.2.4. Diagnóstico de los costos de producción con precios unitarios

En este apartado se realiza un diagnóstico de los costos de producción con precios unitarios de cada una de las etapas de producción de la mina, en este análisis se determina todos los rubros que son cubiertos por todos los grupos que trabajan en la empresa.

3.2.5. Costo unitario de la operación minera

Es necesario combinar los costos de cada uno de los siguientes conceptos: insumos, salarios (costos laborales) y depreciación de equipos e instalaciones para completar el análisis de precios o costos unitarios. El valor obtenido al dividir el costo total de producción (la suma de los costos fijos y los costos variables) por la cantidad total producida nos da como resultado el costo unitario que se obtiene de cada concepto.

3.3. Beneficios económicos en las fases de operación minera

Para calcular los beneficios económicos en las fases de la operación minera se lleva a cabo la recopilación diaria de la producción total en toneladas métricas, esto considerando tanto mena como ganga, a continuación, se determina la cantidad específica de mineral extraído mediante la relación de estéril mineral, luego se realiza un seguimiento al proceso de venta del mineral que va a variar dependiendo del volumen de material recuperado y si este cumple o no con los objetivos operacionales.

Para finalizar con el dato del precio de venta de mena se realiza el análisis financiero para determinar el beneficio obtenido.

3.4. Comparación y análisis de resultado

Se establecen los objetivos específicos de la evaluación del resultado costo/beneficio en el contexto de la operación minera en estudio. Estos objetivos incluyen determinar la rentabilidad

de la operación, identificar áreas de mejora en los costos de producción y evaluar el impacto financiero de las decisiones tomadas.

Recopilación de datos: Se recopila información relevante sobre los costos de producción y los beneficios generados en cada etapa de la operación minera. Esto incluye los registros contables y financieros, datos de gastos de insumos, salarios, depreciación de equipos e instalaciones, así como los ingresos generados por la venta de los materiales extraídos.

Análisis de costos: Se realiza un análisis detallado de los costos incurridos en cada etapa de producción de la mina. Esto implicó la evaluación de los gastos en perforación, voladura, carga y transporte, mantenimiento de equipos, mantenimiento de instalaciones, depreciación de equipos, gastos generales y sueldos administrativos. Se cuantifican y registran estos costos para su posterior comparación con los beneficios obtenidos.

Evaluación de beneficios: Se evalúan los beneficios económicos generados por la operación minera. Esto incluye la determinación del valor de mercado de los productos finales obtenidos de la extracción y venta de los materiales. Se tiene en cuenta los ingresos generados y se realizan cálculos para obtener una visión clara de los beneficios obtenidos.

Interpretación de los resultados: Los resultados obtenidos a través del análisis y los cálculos de los indicadores se interpretan y analizan. Se realizan conclusiones sobre la viabilidad económica de la operación minera, se identifican áreas de mejora en los costos de producción y se brindan recomendaciones para optimizar el resultado costo/beneficio.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Levantamiento de información general

En la siguiente tabla se especifican datos importantes de la mina en la cual se está realizando el estudio como su ubicación, que abarca la provincia, el cantón, la parroquia y el sector en donde se encuentra. Además de las coordenadas exactas del punto, así como también la altura que este posee sobre el nivel del mar.

Tabla 4-1: Información de la concesión San Sebastián II

PROVINCIA		CANTÓN		PARROQUIA		SECTOR	
Azúay		Camilo Ponce Enríquez		Camilo Ponce Enríquez		RIO VILLA	
COORDENADAS CONCESIÓN “SAN SEBASTIÁN II” (PSAD 56)							
Coordenadas Boca mina				Coordenadas Polígono			
X (m)	Y (m)	Z (m s. n. m.)	X		Y		
640 358	9 662 592	126	640 632		9 663 540		
			640 630		9 662 340		
			642 330		9 662 340		
			642 330		9 663 540		

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

Al realizar la clasificación supervisada de las imágenes Landsat (TM y OLI) de los años 2000, 2013 y 2022, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1.1. Localización geográfica

La mina se encuentra ubicada en el suroccidente de la provincia del Azúay, específicamente en el cantón Camilo Ponce Enríquez y la parroquia del mismo nombre. La mina se localiza en el sector río Villa, a una distancia de 182 Km de la ciudad de Cuenca.

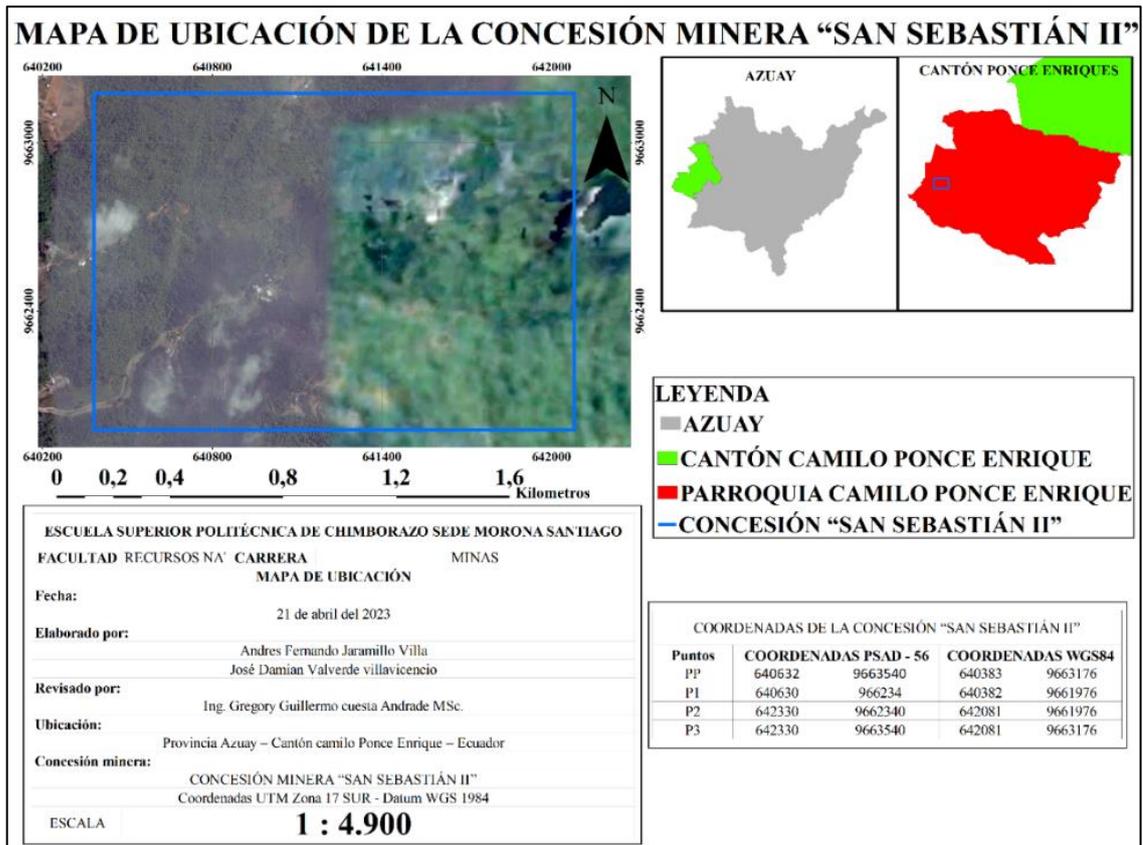


Ilustración 4-1: Mapa de Ubicación Geográfica de la Concesión San Sebastián II

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.1.1.1. Acceso

Existen tres rutas para llegar a la concesión minera desde la ciudad de Macas.

- La primera ruta es la más corta y comienza por la vía Macas-Cebadas-Guamote/E46 y E47. Después, se toma la Panamericana E58 hasta Puerto Inca, la cual cuenta con señalización y asfalto. Luego, se toma la Panamericana E25 que pasa por Naranjal y conduce a la ciudad de Machala. Finalmente, se llega a la calle Azuay que cruza el barrio Buenos Aires del cantón Camilo Ponce Enríquez y se sigue por la vía General Villa hasta llegar al sector Rio Villa donde se encuentra la concesión minera (Ilustración 4-2).

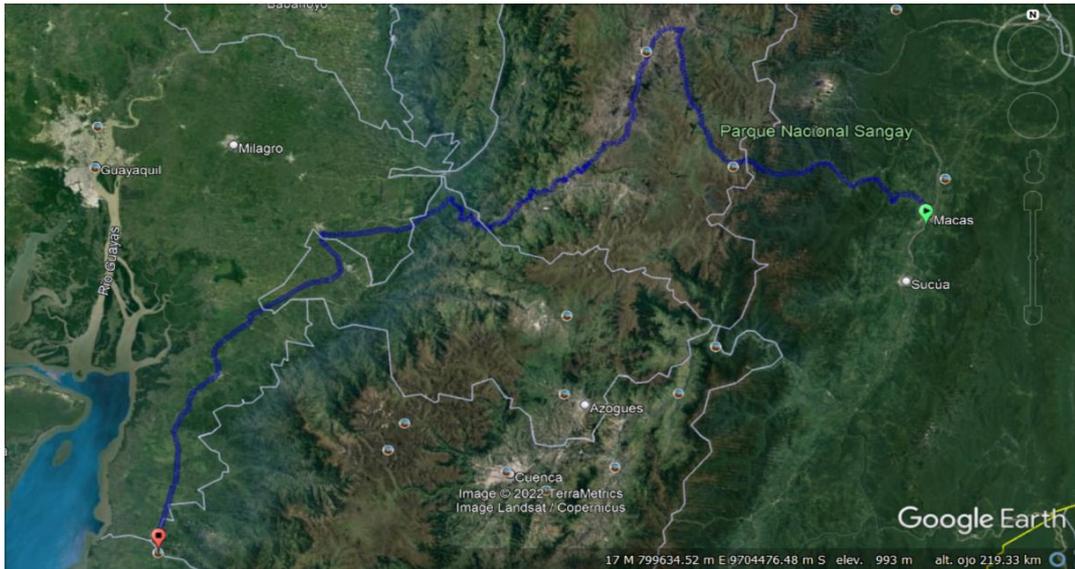


Ilustración 4-2: Acceso mina Nuevo Amanecer Macas-Cebadas-Guamote /E46 Y E47

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- Otra opción para acceder a la concesión minera desde la ciudad de Macas es mediante la vía Macas-Cebadas-Guamote/E46 y E487, llegando al triunfo donde se toma la Panamericana E40 hasta llegar a la Troncal. Desde allí, se sigue por la Panamericana E58 hasta Puerto Inca, que se encuentra asfaltada y debidamente señalizada, y se continúa por la misma ruta que la primera opción, tomando la Panamericana E25 que lleva a la ciudad de Machala. Una vez en Machala, se toma la calle Azuay que cruza el barrio Buenos Aires del cantón Camilo Ponce Enríquez, y luego se sigue por la vía General Villa hasta llegar al área minera en el sector Río Villa (Ilustración 4-3).

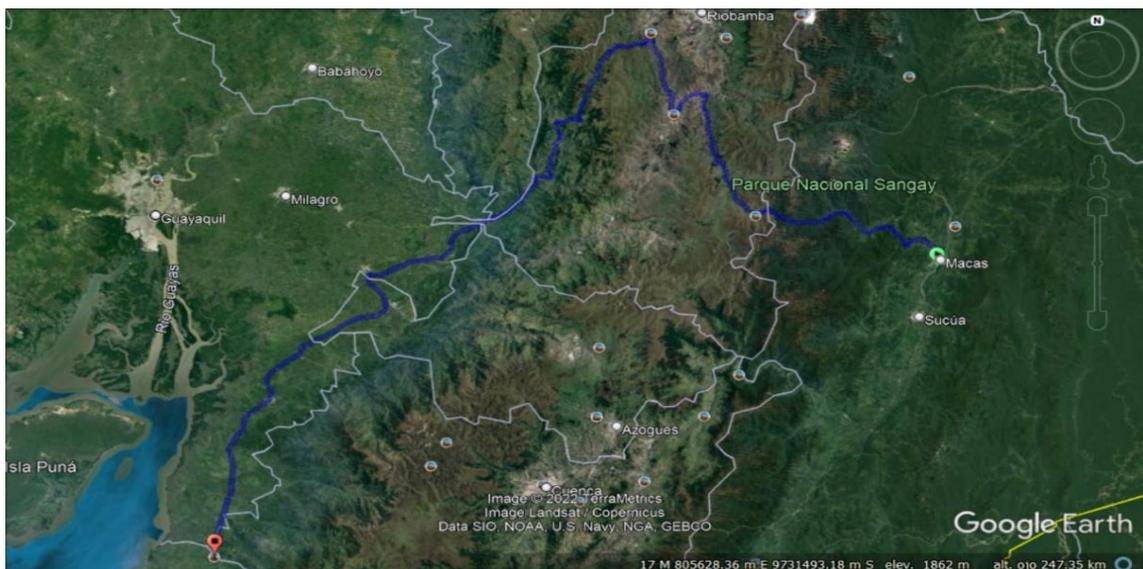


Ilustración 4-3: Acceso mina Nuevo Amanecer Macas-Cebadas-Guamote /E46 Y E487

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- La tercera, a través de la vía Cuenca-Macas y E59, hasta llegar a la ciudad de Machala, luego se toma la panamericana E25, que conduce a la Ciudad de Guayaquil. Esta vía se encuentra en buen estado y con la señalización correspondiente. Se continúa por esta vía hasta llegar al parque central del Cantón, posterior a esto se toma un camino de segundo orden denominado General Villa, que pertenece al Barrio Buenos Aires, hasta llegar al sector Río Villa, en donde se encuentra la Empresa Minera (Ilustración 4-4).

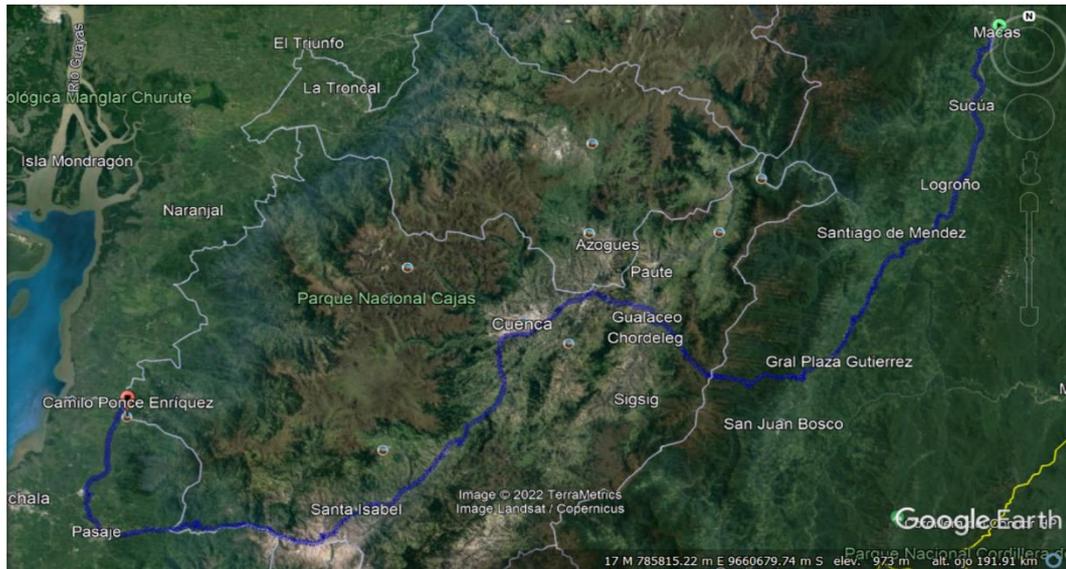


Ilustración 4-4: Acceso mina Nuevo Amanecer Cuenca-Macas y E59

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.1.1.2. Hidrografía

El cantón de Camilo Ponce Enríquez se encuentra en una zona donde fluyen cinco cuencas hidrográficas, que se originan en la cordillera de Los Andes y desembocan en el Océano Pacífico y el Golfo de Guayaquil. Estas cuencas hidrográficas forman tres ríos principales: el Río Jagua, el Río Amarillo y el Río Baboso. De estos, el Río Jagua es el más importante, ya que abarca alrededor de una quinta parte del territorio del cantón de Ponce Enríquez, es decir, una extensión de aproximadamente 12 660 hectáreas.

4.1.2. Geología del área de estudio

4.1.2.1. Topografía

Se realizó una recolección exhaustiva de datos geospaciales relevantes. Se recopilaron datos como imágenes satelitales, mapas topográficos, datos de elevación y otras capas de información geográfica necesarias para el análisis.

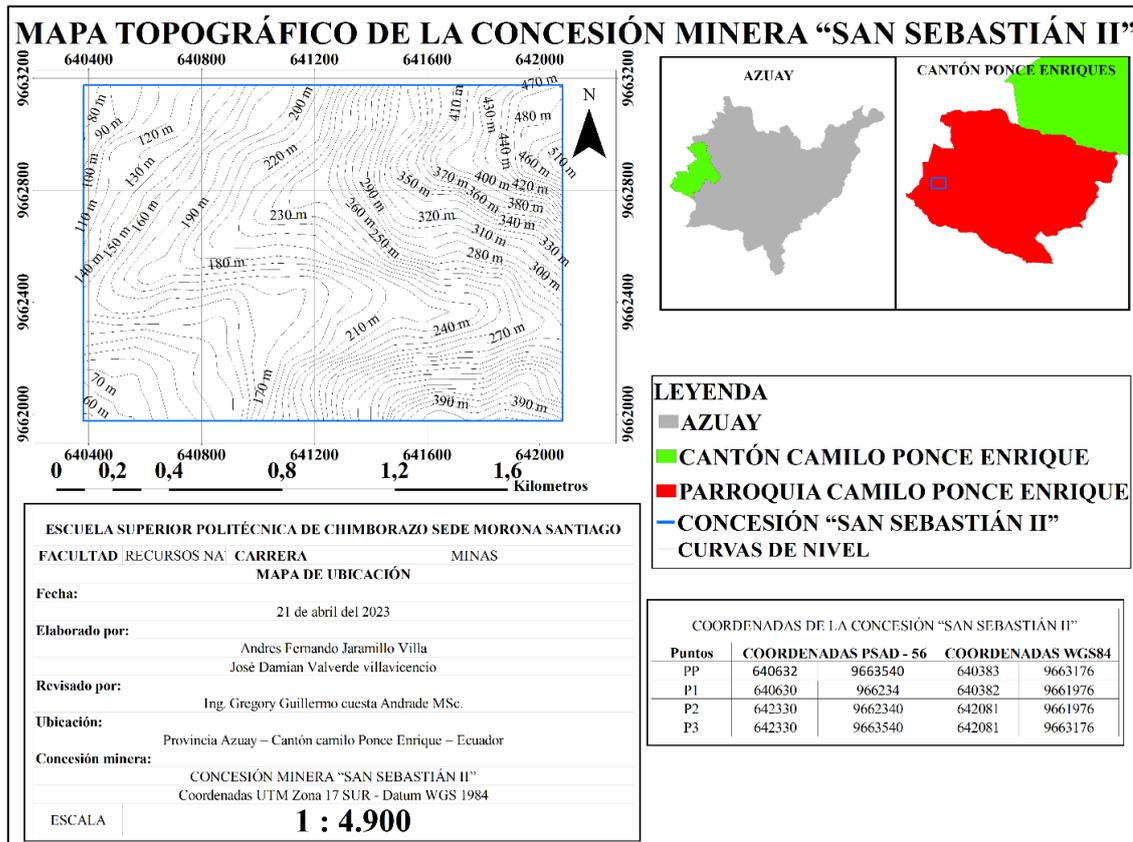


Ilustración 4-5: Mapa topográfico de la concesión minera san Sebastián II

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.1.2.2. Geología regional

Las minas de Ponce Enríquez-Bella Rica están ubicadas en la margen oeste de la cordillera Occidental, y se encuentran en una zona donde el basamento está compuesto por rocas volcánicas cretácicas y paleocenas de la Formación Pallatanga y la Formación Sacapalca. Estas rocas se encuentran intruidas por "stocks" y "plugs" granodioríticos a tonalíticos del Eoceno, y los sedimentos del Cuaternario son principalmente de origen marino y estuarino.

Las mineralizaciones en la zona de Muyuyacu ocurren en los ambientes de corteza oceánica de la Formación Pallatanga, la cual se acrecionó a la corteza continental a finales del Cretácico. Estas rocas son ricas en minerales ferro-magnesianos y pobres en feldespatos potásicos, y están muy fracturadas debido a la actividad tectónica en la zona.

La margen oeste de la cordillera Occidental está controlada por la falla regional de tendencia NE y fallas transcurrentes NW, las cuales controlan los principales sistemas de drenaje en la zona y son ambientes favorables para la ocurrencia de mineralizaciones, principalmente de tipo hidrotermal.

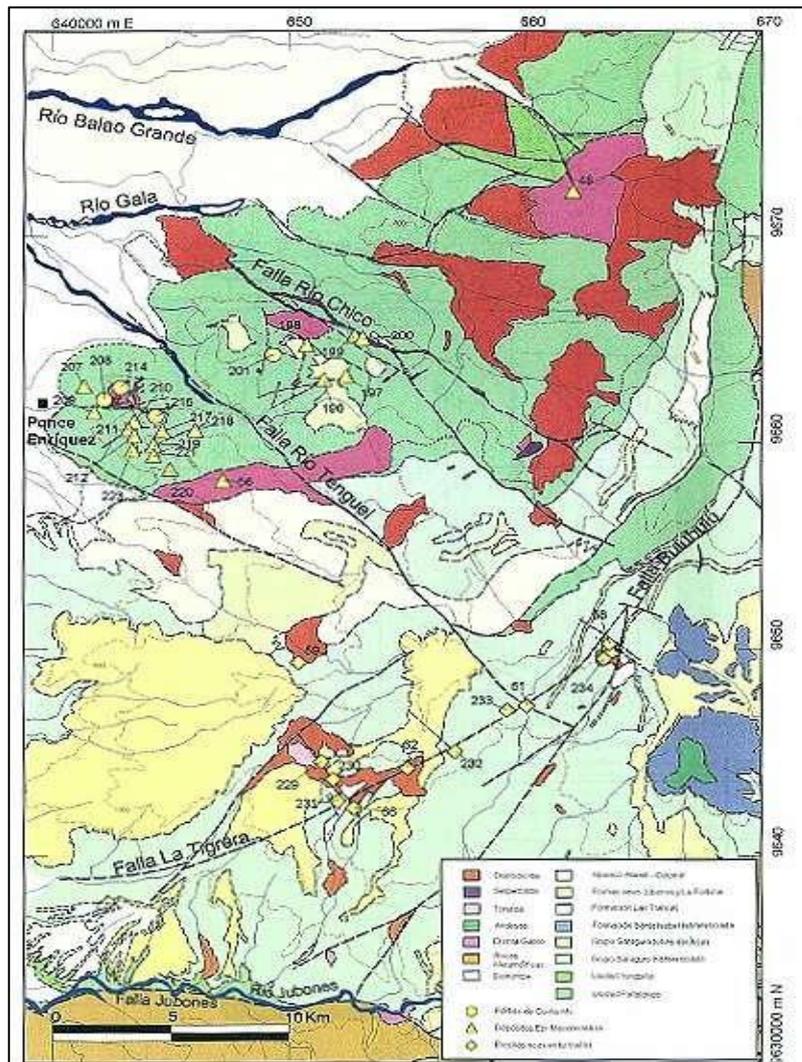


Ilustración 4-6: Mapa geológico del sector Camilo Ponce

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.1.2.3. Geología local

Además de las rocas volcánicas mencionadas, también se pueden encontrar rocas sedimentarias del Cuaternario, como depósitos de arcillas y gravas de origen fluvial, que corresponden a sedimentos marinos de estuario. Estos depósitos se encuentran en la zona costera cercana a la mina (Villacrés, 2016: p. 9).

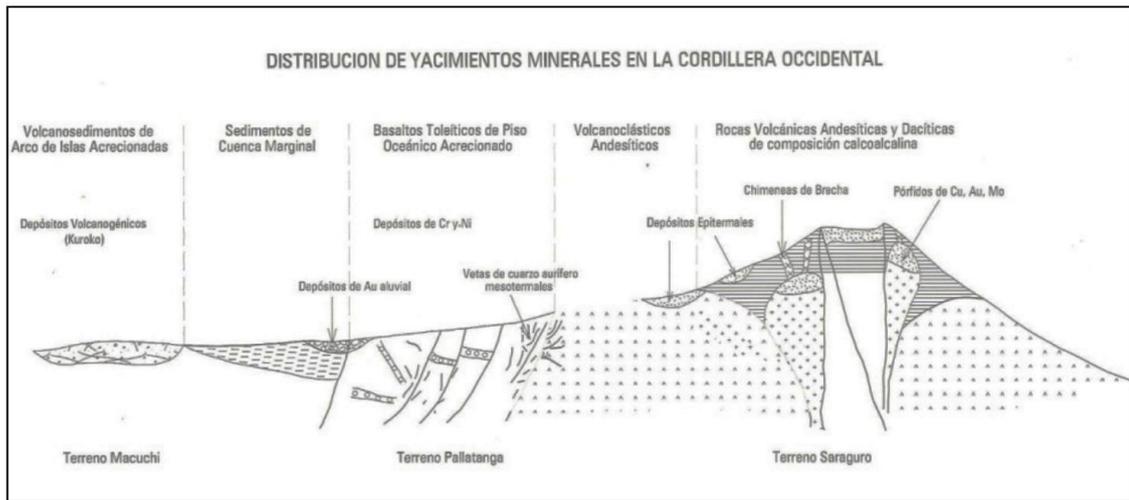


Ilustración 4-7: Mineralización con zonas de subducción de margen continental

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

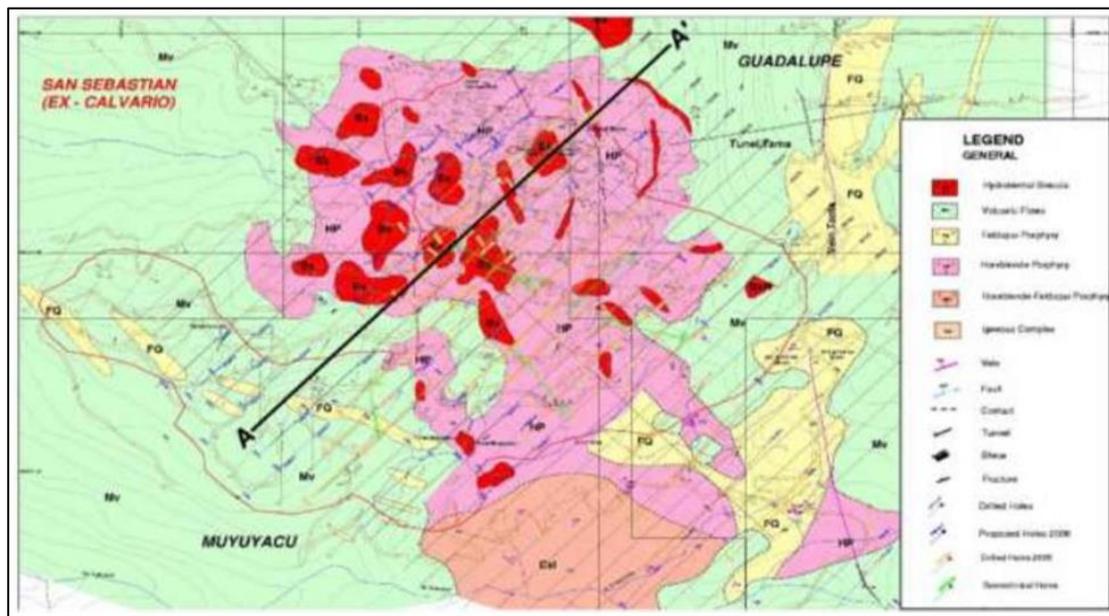


Ilustración 4-8: Mapa geológico de la concesión minera San Sebastián II

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

En resumen, la zona donde se encuentra la mina presenta una variedad de depósitos geológicos, incluyendo depósitos aluviales, la Formación Sacapalca, la Unidad Yunguilla, la Unidad Pallatanga y depósitos intrusivos de tipo intermedio a ácido. Los depósitos aluviales consisten en terrazas de gravas aluviales de varios ríos de la zona, mientras que la Formación Sacapalca incluye lavas andesíticas, brechas tobáceas, conglomerados, lutitas lacustres y tobas dacíticas. La Unidad Yunguilla es una secuencia de abanico turbidítico marino que consiste en limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo feldespáticas fino granulares con limolitas y lutitas.

La Unidad Pallatanga es una secuencia de rocas máficas y ultramáficas de afinidad oceánica que consisten en basaltos, micro gabros, tobas, areniscas volcánicas, peridotitas, websteritas y escasas lavas en almohadillas. Los depósitos intrusivos son de tipo intermedio a ácido, con fenocristales de plagioclasa, hornblenda y cuarzo, y se clasifican como Pórfido hornbléndico (HP), Pórfido feldespático (FQ) y Pórfido mixto (HFP), de acuerdo a la presencia de los diferentes tipos de fenocristales.

4.1.2.4. Mineralización

Según la importancia relativa, se ha identificado que la mineralización se asocia principalmente con sulfuros en intrusiones porfiríticas y en la matriz de brechas.

También se ha encontrado mineralización asociada con vetas de cuarzo y enriquecimiento de oro en las zonas oxidadas de los saprolitos y en áreas cercanas a las zonas de brecha. Los sulfuros, como la pirita, la pirrotita y la calcopirita, constituyen aproximadamente el 2 al 3% de la mineralización. Además, se ha observado la presencia de trazas de cobre asociadas únicamente con la calcopirita y trazas de arsénico asociadas principalmente con la arsenopirita, especialmente en las vetas de cuarzo.

A través de este análisis, se ha determinado que las rocas están constituidas principalmente por cuarzo, pirita, calcopirita, pirrotita, bornita, arsenopirita, ganga, calcita, epidota, actinolita y otros minerales presentes en menor cantidad.

4.1.3. Operaciones productivas

Se identifican las diferentes áreas de trabajo en la concesión minera y se definen las funciones y responsabilidades asociadas con cada área. Luego, se revisaron los contratos de operaciones y se realizan entrevistas con el personal para determinar su pertenencia a un grupo de trabajo

específico. Con base en esta información, se categoriza al personal en los distintos grupos de explotación, creando así una tabla que muestra los nombres de los responsables para cada área de trabajo en la mina. Se verifica y actualiza la información con el departamento de Recursos Humanos, asegurando la precisión y actualidad de la tabla.

Tabla 4-2: Grupos de trabajo

GRUPOS DE EXPLOTACIÓN	NIXON ANGEL SOCIEDAD	HECTOR MONTAÑO RUILOVA
----------------------------------	----------------------------	------------------------------

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.1.3.1. Ritmo de producción

Durante el periodo de estudio que comprende los meses de marzo y abril del 2023, los grupos que trabajan en la mina Nuevo Amanecer, registraron una producción total de 5 400 TMS (Toneladas Métricas Secas), producción registrada en el periodo de estudio por todos los grupos de trabajo.

4.1.4. Ciclo de extracción

- **Minado en el Tajo**

La sección del tajo actualmente es de 1.8m x 24m, la relación estéril mineral que se mantiene es de 1:3 es decir 1 tonelada de mineral (veta) por cada 3 toneladas de estéril (caja).

- **Perforación**

Para la actividad de perforación se utilizan perforadoras manuales tipo Jack con pie de avance hidráulico, actualmente se trabajan con 6 equipos en funcionamiento, alimentados con aceite hidráulico y aire comprimido transportado por medio de mangueras desde el denominado pulmón hacia cada perforadora del grupo respectivo.

Dentro del proceso de perforación se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El tamaño de la fragmentación debe ser de 4 pulgadas como máximo.

- La desviación de los barrenos no debe superar un 2%. También es importante controlar las irregularidades en la perforación como barrenos perforados fuera del diseño y los barrenos desviados.

A continuación, con base a la información levantada correspondiente a los informes diarios de avance realizados en la empresa, se muestra algunas características del ciclo de perforación:

Tabla 4-3: Características de perforación

Tipo de perforación	Manual
Equipo	Jack Leg
Longitud de barrenos	1.20 m – 1.60 m – 1.80 m
Diámetro de brocas	36 mm – 38 mm
Eficiencia de Perforación	90 %

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

De acuerdo a las características del mineral de interés se realizará perforación vertical, inclinada u horizontal y la cantidad de barrenos dependerá de la malla de perforación establecida para cada tipo de labor.

- **Voladura**

En voladura se utilizan diferentes tipos de explosivos tipo ANFO y Explogel, los mismos que se introducen en el frente barrenado y son rellenados con tacos o tubos preparados con nitrato de amonio los mismos que se utilizan como un estimulante a la explosión.

Dentro del proceso de voladura se emplea como explosivo Explogel III 7/8” x 7”, Emulsen 7/8” x 7” y ANFO y como sistema de iniciación mecha de seguridad (mechalenta) y fulminante Ordinario N°8, fabricados por la empresa Explocen.

El carguío de cada taladro se realiza utilizando como cebo principalmente la mitad de un cartucho de Explogel 7/8” x 7” y de acuerdo a las condiciones de la roca Emulsen 7/8” x 7”, para la carga de columna se empleará cartuchos de ANFO preparados de 4 a 5 unidades de acuerdo a la longitud de perforación.

La eficiencia actual de voladura es del 90%.

- **Carga y transporte**

En la etapa de carguío y transporte se utiliza una maquinaria tipo gallineta o retroexcavadora, además de un volquete de 14 m³ para el transporte del material o la veta hacia la planta de beneficio.

El material de veta y caja en los tajos se recolecta con lampeo a mano y en carretillas hacia las tolvas para posteriormente ser transportados en vagones de llantas neumáticas de capacidad de ¾ toneladas hacia el buzón principal para la salida del material con el winche de izaje en el balde de capacidad de 1 tonelada.

El transporte hacia el exterior del material proveniente del Nivel 1 se realiza mediante vagones de capacidad de 2 toneladas. El transporte del material de caja proveniente de los cruceros se realiza mediante una locomotora a batería en vagones de capacidad de 2 toneladas.

- **Relleno**

Con el fin de crear una plataforma de trabajo que permita la perforación del corte posterior, se agrega el material estéril que ha quedado suspendido sobre la plataforma de trabajo dejando una altura aproximada de 1.80 m, esto se hace para mejorar la ergonomía y darle al perforista el mejor ángulo de trabajo y comodidad (Villacrés, 2016: pp. 5-10).

El área que queda después de la extracción del mineral se rellena con material estéril producida durante las actividades de exploración y desarrollo minero, lo que permite la recolección del estéril dentro de la mina (Villacrés, 2016: p. 8).

4.2. Metodología de absorción aplicada en los costos del ciclo minero

Se aplicó la metodología de absorción para una clasificación precisa de los costos, brindando una visión clara y detallada de los recursos financieros involucrados en la actividad minera. Esto facilita el análisis de la rentabilidad de la operación, la identificación de áreas de mejora en términos de eficiencia y la toma de decisiones informadas para optimizar los recursos disponibles.

4.2.1. Diagnóstico de los costos de producción según la metodología de absorción

A continuación, se realizará un análisis de las principales variables que intervienen en el cálculo del costo de producción por TMS de una empresa minera en la fase de explotación, el diagnóstico detallado es un sistema de acumulación de costos de producción por: insumos, sueldos y depreciaciones.

4.2.1.1. Energía eléctrica

Para calcular el consumo de energía eléctrica se consideró el 80% del total de energía registrado en la planilla, correspondiente al consumo interno. Este valor se dividió equitativamente entre las semanas del mes, coincidiendo con los objetivos del ciclo minero y la venta de material para obtener beneficios económicos.

Tabla 4-4: Detalle del consumo de energía

Mes de consumo	Valor Semanal (USD)	Valor mensual (USD)
Marzo	2 525.10	10 100.35
Abril	3 081.40	12 325.55
	Subtotal	22 425.90

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.2. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal que utilizan los empleados es el exigido por las normas de seguridad y se desecha de acuerdo al tiempo de uso y deterioro. Se realiza también un registro de EPP que se despacharon a lo largo del periodo de análisis. Además, existe un valor de EPP compartido entre los grupos que corresponde al monto utilizado por el personal administrativo y de visitas.

Tabla 4-5: Detalle de consumo en equipo de protección personal

Ítem	Und.	Cantidad	Precio Unidad (USD)	Costo Total (USD)
Casco minero	Und.	2	13.12	26.25
Suspensión Para casco	Und.	6	12.13	72.81
Soporte Para lamp. Minera	Und.	10	0.55	5.55

Guantes showa 330	Par	36	4.74	170.81
Guantes showa 305	Par	1	5.20	5.20
Guantes g40 kc	Par	16	4.10	65.68
Mascarilla / Respirador 3M	Und.	12	31.35	376.26
Cartucho retenedor de polvo	Par	14	11.80	165.27
Filtro respirador 3M	Par	9	15.80	142.24
Soporte Para filtro	Und.	1	10.85	10.85
Prefiltro 3M	Par	14	3.98	55.79
Retenedor de polvo 3M 502	Par	3	10.42	31.27
Retenedor de polvo 3M 501	Par	10	2.50	25.05
Tapones Auditivos	Und.	2	2.18	4.37
Orejera ajustable H510P3	Par	2	23.61	47.23
Subtotal				USD 1 204.65

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.3. Explosivos

A continuación, se presenta el detalle de consumo de explosivos utilizados durante el periodo de análisis, las unidades en las que se distribuye, así como su cantidad, el precio unitario y total al que son adquiridos, de acuerdo a los registros de salida de bodega.

Tabla 4-6: Detalle del consumo de explosivos

Ítem	Und.	Cant	Precio Und		Costo Total	
Mecha lenta Bolivia	Mtr	5760	USD	0.20	USD	1 127.81
Fulminante # 8	Und	1600	USD	0.19	USD	311.52
Fulminante # 8	Und	2000	USD	0.21	USD	418.00
Dinamita 7/8 X 8	Und	1988	USD	0.37	USD	732.58
Periódico	Qq	10	USD	18.00	USD	180.00
Nitrato	Qq	40	USD	22.00	USD	880.00
Subtotal					USD 3 649.91	

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.4. Herramientas

A continuación, se presenta el detalle de consumo de herramientas utilizados durante el periodo de análisis, así como su cantidad, el precio unitario y total al que son adquiridos, durante el periodo de análisis, de acuerdo a los registros de salida de bodega.

Tabla 4-7: Detalle del consumo de herramientas

Ítem	Cant.	Precio Und.		Costo Total	
Alicate	4	USD	3.85	USD	15.40
Combo 4 Lib	6	USD	8.50	USD	51.00
Flexómetro	1	USD	2.50	USD	2.50
Palas	24	USD	22.51	USD	540.24
Cuñas	10	USD	11.95	USD	119.50
Subtotal				USD 728.64	

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.5. Insumo para el mantenimiento de instalaciones

A continuación, se presenta el detalle de los insumos utilizados para el mantenimiento línea de rieles, las unidades en las que se distribuye, así como su cantidad, el precio unitario y total al que son adquiridos, durante el periodo de análisis, de acuerdo a los registros de salida de bodega, este valor se divide equitativamente para todos los grupos.

Tabla 4-8: Detalle del consumo en insumos para mantenimiento de instalaciones

Ítem	Und.	Cant	Precio Und.		Costo Total
Cortadora 3/4	Und	6	USD	5.30	USD 31.80
Cortadora de 1/2	Und	6	USD	3.54	USD 21.24
Ángulo 1 1/2 x 3/16 (6mts)	Und	2	USD	10.21	USD 20.42
Subtotal					USD 73.46

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.6. Insumos en perforación

A continuación, se presenta una tabla detallada de los insumos utilizados en el proceso de perforación. Esta lista incluye el número de elementos necesarios, el nombre del insumo, la cantidad adquirida, el precio por unidad y el precio total correspondiente. Estos datos brindarán una visión clara de los recursos requeridos y los costos asociados a la perforación.

Tabla 4-9: Detalle de consumo en insumos de perforación

Ítem	Und.	Cant	Precio Und.		Costo Total	
Aceite (perforadora)	Caneca	6	USD	45.99	USD	275.94
Alambre N°14	Rollo	2	USD	106.00	USD	212.00
Barras Atlas Copco 160cm	Und.	6	USD	105.00	USD	630.00
Barras Atlas Copco 120cm	Und.	6	USD	100.00	USD	600.00
Brocas Atlas Copco 36mm	Und.	35	USD	23.00	USD	805.00
Subtotal					USD 2 522.94	

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.7. Insumos en general

A continuación, se presenta una tabla exhaustiva que detalla los insumos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Esta lista incluye información relevante como la cantidad de cada ítem requerido, el nombre del insumo, el precio por unidad y el precio total correspondiente. La tabla proporciona una visión precisa y detallada de los recursos necesarios, permitiendo una gestión efectiva de los mismos.

Tabla 4-10: Detalle del consumo de insumos en general

Ítem	Und.	Cant	Precio Und.		Costo Total	
Acople 3/4	Und	12	USD	3.90	USD	46.80
Adaptador de aluminio 1 1/2	Und	6	USD	1.49	USD	8.94
Ángulo 1 1/2	Und	5	USD	14.20	USD	71.02
Ángulo 2 x 1/4	Und	1	USD	31.19	USD	31.19
Balde 20lt	Und	1	USD	11.00	USD	11.00
Balde Galvanizado	Und	2	USD	21.70	USD	43.40
Candado	Und	4	USD	7.80	USD	31.20
Cemento	Und	3	USD	7.90	USD	23.69
Cinta aislante	Und	10	USD	0.85	USD	8.50
Corte A 122	Und	3	USD	2.25	USD	6.75
Destomillador estrella	Und	1	USD	1.50	USD	1.50
Diluyente de laca	Und	4	USD	1.48	USD	5.91
Enchufe metálico 3 patas	Und	1	USD	1.25	USD	1.25
Fosforera	Und	24	USD	0.95	USD	22.80
Hoja de sierra	Und	10	USD	1.50	USD	15.00

Lámpara	Und	4	USD	75.00	USD	300.00
Lima triangular	Und	1	USD	2.95	USD	2.95
Manguera 1" naranja	Rollo	1	USD	95.00	USD	95.00
Manguera 1/2 152psi	Rollo	1	USD	30.00	USD	30.00
Manguera Hidráulica de 1	Mts	18	USD	9.25	USD	166.50
Manguera Hidráulica de 1/2	Mts	10	USD	3.65	USD	36.50
Neplo 1/2 x 5	Und	10	USD	0.90	USD	9.00
Neplo 3/4 x 5	Und	10	USD	1.10	USD	11.00
Perno para rueda	Und	10	USD	1.05	USD	10.53
Pintura catepillar	Gal	1	USD	16.07	USD	16.07
Pintura multiprimers	Gal	1	USD	20.38	USD	20.38
Piola Eco	Rollo	2	USD	3.20	USD	6.40
Plancha expandida 6 dm	Mts	1	USD	90.78	USD	90.78
Plancha negra 4mm	Mts	4	USD	78.72	USD	314.90
Plástico ancho	Mts	10	USD	1.75	USD	17.50
Regleta 6 servicios	Und	2	USD	7.52	USD	15.03
Saco plástico	Und	1050	USD	0.23	USD	241.50
Semirollado y corte de tapa	Und	3	USD	25.00	USD	75.00
Suelda 6013	Lbr	1	USD	19.14	USD	19.14
Te galvanizada 1/2	Und	4	USD	0.55	USD	2.20
Teflón	Und	10	USD	0.85	USD	8.50
Toma corriente	Und	1	USD	2.50	USD	2.50
Tubo galvanizado 3/4"	Und	21	USD	13.20	USD	277.20
Tuerca para rueda	Und	10	USD	0.96	USD	9.63
UPN 80mm	Mts	6	USD	10.23	USD	61.38
Varilla Corrugada 18mm	Mts	12	USD	2.61	USD	31.28
Varilla corrugada 25 mm	Und	1	USD	43.41	USD	43.41
Madera					USD	912.20
Papelería					USD	8.80
Extras (Agasajos y Fletes)					USD	687.00
Subtotal						USD 3 851.23

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.8. Repuestos e insumos de cargadora y locomotora

A continuación, se presenta una tabla detallada que enumera los repuestos e insumos necesarios para el correcto funcionamiento de la cargadora y locomotora. Esta lista incluye información

sobre los diferentes elementos requeridos, su cantidad, precio unitario y el precio total correspondiente.

Tabla 4-11: Detalle del consumo en repuestos e insumos de la cargadora y locomotora

Ítem	Und.	Cant.	Precio Und. (USD)	Costo Total (USD)
Aceite Sollube	Caneca	5	78.00	390.00
Filtro Sullair	Und	2	25.00	50.00
Filtro Sullair Primario	Und	2	30.00	60.00
Filtro Sullair Secundario	Und	2	35.00	70.00
Grasa Azul Para Compresor	Libra	40	5.50	220.00
Subtotal				USD 790.00

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.9. Repuestos e insumos de equipos

Presentamos a continuación una tabla exhaustiva que detalla los repuestos e insumos requeridos para garantizar el funcionamiento eficiente de nuestros equipos.

Tabla 4-12: Detalle de consumo de repuestos e insumos de equipos

Ítem	Und.	Cant	Precio Und. (USD)	Costo Total (USD)
Bronce válvula	Und	1	13.00	13.00
Caucho matrimonio locomotora	Und	5	7.95	39.75
Electrodo 6011	Lbs	5	1.42	7.10
Grasa azul premium	Caneca	3	65.00	195.00
Guaípe	Libras	10	1.50	15.00
O'ring aceitero	Und	2	3.48	6.96
Perno central	Und	5	3.25	16.25
Pintura fondo catapillar	Gl	3	17.85	53.55
Plancha naval 1/2" x 1.52 x 6m	m2	3	97.11	291.33
Porta contacto	Juego	5	5.12	25.60
Recarga de oxígeno para autogena	Und.	2	20.16	40.32
Resorte grande de amortiguación	Und	10	1.55	15.50
Rulimanes de 7/8"	Und	10	0.75	7.50

Subtotal					USD 726.86

Realizado por: Valverde J. y Jaramillo A., 2023.

4.2.1.10. Repuestos de perforadoras

A continuación, se presenta una tabla detallada que enumera los repuestos específicos necesarios para las perforadoras. Estos repuestos desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento y la operatividad de las perforadoras, asegurando un rendimiento óptimo en los procesos de perforación.

Tabla 4-13: Detalle de consumo en repuesto de perforadora

Ítem	Und.	Cant	Precio Und. (USD)	Costo Total (USD)
Aletas # 23	Und	10	0.55	5.50
Bronce grande	Und	3	13.00	39.00
Caucho agarradera	Und	20	0.60	12.00
Caucho aguja maquina	Und	20	0.39	7.80
Caucho aguja pie avance	Und	20	0.39	7.80
Caucho automático	Und	10	0.31	3.14
Caucho cabeza maquina	Und	20	0.29	5.80
Caucho grueso pie avance	Und	10	0.35	3.50
Caucho limpiador	Und	10	1.75	17.49
Caucho pase de agua	Und	20	0.30	5.98
Caucho pie avance	Und	20	0.25	4.90
O-roing pie avance	Juego	25	0.70	17.50
Perno lateral	Und	15	5.05	75.75
Kit o-ring caja roja	Juego	2	37.58	75.16
Porta aletas	Und	10	23.00	230.00
Racher	Und	3	25.00	75.00
Seguro de válvula aire	Und	4	13.00	52.00
Cimbras # 24	Und	20	0.74	14.80
Soporte izquierdo	Und	3	7.95	23.85
Soporte derecho	Und	3	5.05	15.15
Trompo pie avance	Und	2	8.95	17.90
Tapa válvula	Und	2	24.99	49.98
Válvula aire # 44	Und	2	18.25	36.50

Válvula de agua	Und	2	17.00	34.00
Subtotal				USD 830.50

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.11. Alimentación

A continuación, se presenta una tabla detallada que enumera los ítems relacionados con la alimentación, así como su distribución mensual y el total correspondiente. Esta tabla proporciona una visión clara de los recursos necesarios para cubrir las necesidades de alimentación en el proyecto o evento en cuestión.

Tabla 4-14: Detalle de consumo en alimentación

Item	Mes	Total (USD)
Personal Mina	Marzo	4 821.09
Personal Superficie	Marzo	779.88
Personal Mina	Abril	4 337.72
Personal Superficie	Abril	701.69
Subtotal		USD 10 640.38

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.12. Sueldos mina

La siguiente tabla proporciona un desglose detallado de los sueldos correspondientes a distintas áreas y cargos en la mina, junto con los montos destinados al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).

Tabla 4-15: Detalle de consumo en sueldos mina

Cargo	Área	Cant	Sueldo (USD)	IESS (USD)	Total (USD)
Jefe de Campo	Producción	2	563.51	68.47	1 263.96
Supervisor de Campo	Producción	2	522.15	63.44	1 171.18
Ayudante de Perforación	Producción	4	480.00	58.32	2 153.28
Perforista	Producción	4	480.00	58.32	2 153.28
Obrero mina	Producción	23	387.23	47.05	9 988.44
Subtotal					USD 16 730.14

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.13. Sueldos superficie

En la tabla a continuación, se detallan los sueldos correspondientes a los diferentes cargos en el área de superficie, además, el aporte al seguro social de acuerdo al área o cargo en el que se encuentre.

Tabla 4-16: Detalle de consumo en sueldos superficie

Cargo	Área	Cant	Sueldo (USD)	IESS (USD)	Total
Polvorineros	Producción	3	400.00	48.60	1 345.80
Mecánico	Técnica	1	420.00	51.03	471.03
Eléctrico	Técnica	1	400.00	48.60	448.60
Coord. Campamento	TH	2	400.00	48.60	448.60
Bodeguero	TH	2	400.00	48.60	448.60
Subtotal					USD 3 162.63

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.14. Depreciación de equipos

A continuación, se presenta una tabla detallada que muestra la depreciación de los equipos utilizados en la mina. La tabla incluye información sobre la depreciación anual y la depreciación diaria de cada equipo, todo esto en relación a los años de vida útil que posee cada equipo.

Tabla 4-17: Detalle de consumo en depreciación de equipos

Ítem	Caract.	Cant.	Vida útil Años	Costo (USD)	Deprec. Anual (USD)	Deprec. Diaria (USD)
Bomba Eléctrica	3"	3	7	3 000.00	1 285.71	3.57
Bomba Eléctrica	1"	2	7	1 500.00	428.57	1.19
Bomba Neumática	1"	2	5	2 300.00	920.00	2.56
Compresor	105 PSI	1	10	75 000.00	7 500.00	20.83
Compresor	115	2	10	125 000.00	25 000.00	69.44

	PSI					
Pulmón de aire		5	10	3 000.00	3 500.00	9.28
Transformador	50 kva	3	25	12 000.00	1 440.00	4.00
Transformador	1500 kva	1	25	25 000.00	1 000.00	2.78
Subtotal						USD 113.65

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.15. Depreciación equipos de carga y transporte

En la siguiente tabla se detalla la depreciación de los equipos de carga y transporte utilizados en el proyecto. Se incluye información relevante sobre la depreciación anual y la depreciación diaria de cada equipo.

Tabla 4-18: Detalle de consumo en depreciación de equipos para carga y transporte

Ítem	Características	Cantidad	Vida útil Años	Costo (USD)	Deprec. Anual (USD)	Deprec. Diario (USD)
Carros mineros	3/4 Ton	25	5	850.00	4 250.00	11.81
Balde Winche	3/4 Ton	2	10	700.00	140.00	0.39
Cargadora Neumática	1/4 Ton	2	10	3 100.00	620.00	1.72
Winche de Izaje	2.5 Ton Izaje	1	10	4 500.00	450.00	1.25
Locomotora	20 Ton Arrastre	2	10	29 500.00	5 900.00	16.39
Vagones	2 Ton	35	5	1 550.00	10 850.00	30.14
Subtotal						61.70

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.16. Depreciación línea de rieles

La siguiente tabla muestra la depreciación de la línea de rieles utilizada en el proyecto. Se proporciona información sobre la depreciación anual y la depreciación diaria de la línea de rieles.

La depreciación anual refleja la disminución del valor de la infraestructura ferroviaria a lo largo de un año, mientras que la depreciación diaria indica la depreciación proporcional al transcurso de cada día.

Tabla 4-19: Detalle de consumo en depreciación de línea de rieles

Ítem	Características	Cantidad	Vida Útil (Años)	Costo en (USD)	Depreciación Anual en (USD)	Depreciación Diaria en (USD)
Riel	22 kg	480	10	124	5925	16.53
Perno	2 1/2"x3/4"	9600	10	2.02	1939.20	5.39
Platina		960	10	5.87	563.52	1.57
Clavo de Riel	1/2" x 3	3840	10	1.09	418.56	1.16
Durmiente	110x10x10	2400	10	4	960	2.67
Chaveta		4800	10	4.91	2356.80	6.55
Subtotal						USD 33.86

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.17. Depreciación de perforadoras

La tabla siguiente presenta los datos de depreciación de las perforadoras utilizadas en el proyecto, incluyendo información sobre la depreciación anual y la depreciación diaria para cada perforadora. Estos cálculos son esenciales para evaluar el desgaste y el valor residual de las perforadoras, lo que facilita una planificación precisa de los costos de mantenimiento y reemplazo a lo largo del tiempo.

Tabla 4-20: Detalle de consumo en depreciación de perforadoras

Ítem	Caract.	Cantidad	Vida Útil	Costo en (USD)	Depreciación Anual en (USD)	Depreciación Diaria en (USD)
Perforadora Atlas Copoc	YT27	5	2	900	2250	6.25
Subtotal						USD 6.25

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.1.18. Amortización

La tabla a continuación refleja la amortización aplicada sobre algunos de los materiales utilizados dentro de la mina, de acuerdo a registros de vida útil que poseen, además se toma en cuenta la

cantidad de equipos y su valor unitario, todo esto a una tasa de interés establecida en los registros, durante el periodo de estudio.

Tabla 4-21: Detalle de los costos de amortización de equipos y herramientas

EQUIPO	CANT	VIDA UTIL	COSTO UNITARIO	TASA DE INTERES %	AMORTIZACIÓN TOTAL
Bomba Eléctrica 3”	3	7	3 000.00	15	432.66
Bomba Eléctrica 1”	2	7	1 500.00	15	144.20
Bomba Neumática	2	5	2 300.00	15	274.44
Compresor 105 PSI	1	10	75 000.00	15	2 988.78
Compresor 115 PSI	2	10	125 000.00	15	9 962.80
Pulmón de aire	5	10	3 000.00	15	598.00
Transformador 50 kva	3	25	12 000.00	15	1 113.84
Transformador 1500 kva	1	25	25 000.00	15	773.50
Carros mineros	25	5	850.00	15	1 268.00
Balde Winche	2	10	700.00	15	55.80
Cargadora Neumática	2	10	3 100.00	15	247.08
Winche de Izaje	1	10	4 500.00	15	179.32
Locomotora	2	10	29 500.00	15	2 351.20
Vagones	35	5	1 550.00	15	3 236.80
Riel	480	10	124	15	2 371.20
Perno	9600	10	2.02	15	768.00
Platina	960	10	5.87	15	230.40
Clavo de Riel	3840	10	1.09	15	153.60
Durmiente	2400	10	4	15	384.00
Chaveta	4800	10	4.91	15	960.00

Perforadora Atlas Copoc	5	2	900	15	553.60
Sub total					USD 29 047.22

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.2. Diagnóstico y análisis del costo unitario de una operación minera

Para la elaboración del diagnóstico de costo de producción con precios unitarios fue necesario clasificar la información detallada de los costos de producción de acuerdo a la fase de la actividad minera, esta información financiera perteneciente al periodo en estudio permite analizar las tendencias de las variables del costo final de producción, con el objetivo de orientar a la administración en la gestión de los recursos económicos.

El análisis del costo unitario de una operación minera está sometido al tiempo, es decir al período de análisis, ya que los precios de los insumos pueden variar con respecto al tiempo.

Por otro lado, la mano de obra suele estar anclada a la normativa del Código de Trabajo del que se deriva una lista de beneficios sociales a los que tienen derechos los trabajadores.

Tabla 4-22: Diagnóstico de los costos de producción con precios unitarios

Perforación	USD	Valor
Insumos de perforación		2 522.94
Alimentación mina		9 158.81
Sueldos mina		4 306.56
Depreciación de perforadoras		375.00
Voladura		
Explosivos		3 649.91
Alimentación superficie		1 481.57
Sueldos superficie		1 345.80
Carga y Transporte		
Alimentación mina		9 158.81
Sueldos mina		9 988.44
Depreciación de equipos de carga y transporte		3 702.00
Mantenimiento de Equipos		
Repuestos e insumos de cargadora y locomotora		790.00
Repuestos de perforadoras		830.50
Alimentación superficie		1 481.57
Sueldos superficie		919.63

Mantenimiento de Instalaciones		
Insumos para mantenimiento de las instalaciones		73.46
Repuestos e insumos de equipos		726.86
Alimentación superficie		1 481.57
Sueldos superficie		919.63
Depreciación de Equipos		
Depreciación de equipos		6 819.00
Depreciación de Instalaciones		
Depreciación de la línea de rieles		2 031.68
Gastos Generales		
Energía eléctrica		22 425.90
Equipo de protección personal		1 204.65
Herramientas		728.64
Insumos en general		3 851.23
Sueldos Administrativos		
Alimentación administrativos		2 435.14
Alimentación superficie		1 481.57
Amortización		
Amortización total		29 047.22

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.3. Resultados de los costos de producción aplicada la metodología de adsorción

Este enfoque se basa en la agrupación de nueve indicadores económicos o variables más la integración de la amortización general de algunos equipos, que componen la clasificación de costos para el análisis de precios unitarios.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de un diagnóstico de los costos de producción con precios unitarios realizados en la mina NUEVO AMANECER, en este apartado se determinan los rubros que son cubiertos por los grupos de la empresa.

Tabla 4-23: Detalle costos de indicadores en el costo total metodología de absorción

Perforación	16 363.31
Voladura	6 477.28
Carga y Transporte	22 849.25

Mantenimiento de Equipos	4 021.70
Mantenimiento de Instalaciones	3 201.52
Depreciación de Equipos	6 819.00
Depreciación de Instalaciones	2 031.68
Gastos Generales	28 210.42
Sueldos Administrativos	3 916.71
Amortización	29 047.22
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	USD 122 938.09

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.4. Costo unitario de la operación minera

Para el costo de una operación minera con costos unitarios, es necesario combinar los costos de cada uno de los siguientes conceptos: contribuciones, salarios (costos laborales) y depreciación de equipos e instalaciones para completar el análisis de precios o costos unitarios. El valor obtenido al dividir el costo total de producción (la suma de los costos fijos y los costos variables), por la cantidad total producida nos da como resultado el costo unitario.

En este caso la cantidad total producida será el total del tonelaje extraído en la mina durante el periodo de estudio que comprende los meses de marzo y abril del 2023.

Tabla 4-24: Costo unitario de la operación minera

Perforación		USD 3.07
Insumos de perforación	0.50	
Alimentación mina	1.70	
Sueldos mina	0.80	
Depreciación de perforadoras	0.07	
Voladura		USD 1.25
Explosivos	0.70	
Alimentación superficie	0.30	
Sueldos superficie	0.25	
Carga y Transporte		USD 3.20
Alimentación mina	1.70	
Sueldos mina	0.80	
Depreciación de equipos de carga y transporte	0.70	

Mantenimiento de Equipos		USD 0.85
Repuestos e insumos de cargadora y locomotora	0.15	
Repuestos de perforadoras	0.15	
Alimentación superficie	0.30	
Sueldos superficie	0.25	
Mantenimiento de Instalaciones		USD 0.70
Insumos para mantenimiento de las instalaciones	0.01	
Repuestos e insumos de equipos	0.14	
Alimentación superficie	0.30	
Sueldos superficie	0.25	
Depreciación de Equipos		USD 1.25
Depreciación de equipos	1.25	
Depreciación de Instalaciones		USD 0.40
Depreciación de la línea de rieles	0.40	
Gastos Generales		USD 5.22
Energía eléctrica	4.15	
Equipo de protección personal	0.22	
Herramientas	0.14	
Insumos en general	0.71	
Sueldos Administrativos		USD 0.75
Alimentación administrativos	0.45	
Alimentación superficie	0.30	

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.2.5. *Análisis del costo unitario de la operación minera*

El proceso de determinación de los recursos necesarios para llevar a cabo una tarea se conoce como análisis de costos unitarios. A continuación, se muestra un resumen del análisis de costos unitarios de la operación minera.

En la mina NUEVO AMANECER se realizó el procedimiento de análisis del costo unitario de todos los grupos que conforman la empresa, determinándose que, para el periodo de estudio, el costo de producción por TMS de material ya sea estéril o roca de caja, como del mineral de interés o veta es de USD 17.00.

Tabla 4-25: Análisis del Costo Unitario de la Operación Minera

VARIABLE	COSTO USD /t
Perforación	3.07 / t
Voladura	1.25 / t
Carga y Transporte	3.20 / t
Mantenimiento de Equipos	0.85 / t
Mantenimiento de Instalaciones	0.70 / t
Depreciación de Equipos	1.25 / t
Depreciación de Instalaciones	0.40 / t
Gastos Generales	5.22 / t
Sueldos Administrativos	0.75 / t
TOTAL	USD 17.00 / t

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

En la gráfica a continuación se detalla la relación entre el tonelaje total extraído y el costo total del valor unitario de cada una de las etapas e insumos en general durante las operaciones mineras.



Ilustración 4-9: Relación tonelaje/costo por TMS

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

4.3. Beneficios obtenidos del ciclo minero

Durante el periodo de investigación se obtuvo una producción total de 5400 TMS (mena y ganga), de las cuales 1800 Ton es la cantidad correspondiente al mineral obtenido de la mina, tomando

en cuenta que existe la relación estéril/mineral de 1:3 es decir 1 tonelada de mineral (veta) por cada 3 toneladas de estéril (caja).

La venta del mineral se lo realiza entre 1 o 2 semanas de acuerdo a la cantidad de material recuperado y si se ha cumplido con los objetivos, según los controles de operaciones realizadas en la mina.

El precio de la venta del material de interés varia a diario de acuerdo al mercado, por lo que el precio obtenido de acuerdo a fuentes de la empresa, el valor promedio del gramo de oro de veta es de 50 USD /gr, tomado en relación a los meses de investigación en este caso Marzo y Abril.

Actualmente en la mina existe una producción de Au de 12 gr/Ton, y realizando la relación de dichos valores obtuvimos que el precio por tonelada es de 600.00 USD /Ton; considerando que por cada tonelada de material de interés vendido el precio podría variar ya que la ley no siempre es la misma en cada volquetada de material llevada a planta a procesar. En conclusión, se estima que se obtiene un beneficio promedio de USD 1 080 000.00 valor estimado de recuperación durante el periodo de estudio.

Al precio del beneficio obtenido por el material de interés, se le resta el total en gastos de producción del ciclo minero, incluidos todos los insumos correspondientes a cada etapa, realizando dicha operación se obtiene un beneficio económico de USD 957 061.91.

Tabla 4-26: Resumen de los beneficios obtenidos en el periodo de estudio

Ítems	Valores
Producción total	5 400 TMS (Toneladas Métricas Secas)
Mineral obtenido con relación al estéril	1 800 ton
Valor prom. gramo/mineral	USD 50.00 /gr
Producción Au	12 gr/ton
Valor obtenido por tonelada	USD 600.00 /Ton
Beneficio bruto obtenido	USD 1 080 000.00
Beneficio neto Productivo	USD 957 061.91

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

Es importante mencionar que también se obtienen beneficios económicos de la venta del material estéril o roca caja, ya que si bien es cierto, este material es utilizado para el tipo de explotación que se lleva a cabo en la mina, pero en algunas etapas este material es transportado hacia el exterior por lo cual se le da un valor agregado como el lastrado de los principales accesos a la

mina, rellenos en el exterior, etc. así como también la comercialización, que contribuye a un beneficio de la mina, además que muchas compañías constructoras, hacen uso de dicho material para distintas operaciones como relleno o material de construcción en diferentes frentes de trabajo ya sean civiles o viales.

4.4. Comparación y análisis de resultados

En la mina Nuevo Amanecer se ejecutó la revisión de la información financiera, tanto costos de inversión, como beneficios obtenidos del periodo de estudio que comprenden los meses de marzo y abril del presente año. Meses en los que se recopiló la información necesaria para este análisis además de cumplirse semanalmente el ciclo operativo de la mina con el cual se trabaja para cumplir los objetivos semanales y obtener los beneficios económicos deseados que reflejan la rentabilidad de la empresa.

Además, este análisis comprende dos fases generales que complementan nuestro trabajo técnico y de las cuales está sujeta toda nuestra investigación. Estas corresponden a:

La fase cualitativa comprendió el análisis, categorización y agrupación de todos los costos y/o valores que componen cada una de las variables que se examinan para determinar el costo total por TMS; esta categorización y agrupación se explica en el Capítulo III.

La fase cuantitativa involucra un análisis descriptivo de las variables, produciendo gráficos estadísticos y luego comparando los resultados para determinar la importancia de cada variable y cómo afecta el costo total de TMS.

4.4.1. Porcentajes de producción total y análisis general de cada proceso.

Para analizar la incidencia de cada una de las variables que involucran el ciclo de operación minera, sobre el costo de producción total, se obtuvo el porcentaje sobre todos los grupos que trabajan en dicha mina.

La comparación de los costos de producción en cada una de las variables analizadas en la etapa de explotación se puede comprobar a continuación en la Ilustración 4-10:

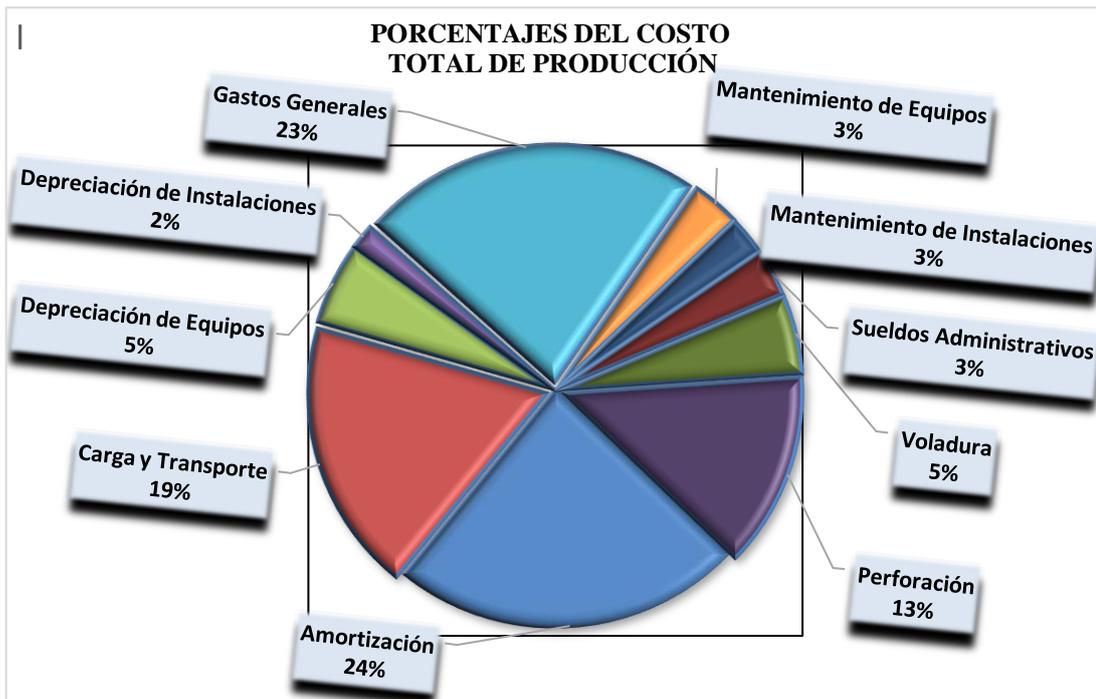


Ilustración 4-10: Porcentajes del costo total de producción

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

- **Perforación:** La perforación es uno de los componentes que más incidencia tiene en el costo total de producción, influye en un 13 % del costo total de producción, porcentaje que abarca la producción de todos los grupos de la empresa; el principal motivo se debe a que posee un alto consumo de brocas e insumos de perforación en general.
- **Voladura:** Esta etapa de producción representa el 5% del costo total de producción para la empresa, uno de los principales motivos es el alto consumo de mechas lentas y fulminantes, ya que en ocasiones no se lleva un correcto control de la cantidad a utilizar durante la voladura.
- **Carga y Transporte:** Este componente presenta un porcentaje más representativo con un 19% del costo total de producción; presencia mayor influencia debido a que el transporte se lo realiza desde varios niveles inferiores por lo que requiere mayor personal y más equipos para carga y transporte hasta el nivel principal, y posterior a ello ser transportado hacia los depósitos en las afueras de la mina.
- **Mantenimiento de Equipos:** La variable Mantenimiento de Equipos representa el 3% del costo total de producción. Este es un porcentaje menos significativo que los tres factores examinados anteriormente; sin embargo, si el equipo es operado con mayor cuidado y conciencia del trabajador, este valor puede disminuir.

- **Mantenimiento de Instalaciones:** Esta variable representa el 3% de los costos totales de producción. A pesar de ser un valor casi imperceptible en la empresa, este valor puede verse reducido si se brinda un mantenimiento adecuado a los sistemas de tuberías y aire comprimido para extender la vida útil de las instalaciones.
- **Depreciación de Equipos:** Este punto representa el 5% del costo total, valor considerable pero que disminuye al ser cubierto por todos los grupos que trabajan en la empresa; el porcentaje es representativo, debido a que, al tener varios grupos, existen más áreas de trabajo las mismas que requieren mayor cantidad de equipos como compresores para el suministro de aire comprimido, transformadores de luz, bombas para el suministro de agua en todos los frentes de trabajo.
- **Depreciación de Instalaciones:** Esta variable representa el 2% del costo total de producción, por ello al ser un valor casi imperceptible, se podría reducir si se realizan adecuaciones necesarias para precautelar el buen funcionamiento y prolongar la vida útil de dichas instalaciones, evitándonos gastos innecesarios.
- **Gastos Generales:** Este componente es el de mayor influencia en el costo total de producción con un 23% respectivamente, este valor es considerable ya que el rubro más alto es el costo de la energía eléctrica y al igual que la depreciación de equipos, este valor es compartido por todos los grupos que trabajan en la mina.
- **Sueldos Administrativos:** Este componente representa el 3% del costo total de producción, valor con gran influencia en el costo total, este es uno de los valores que es prácticamente imposible replantear técnicas que influyan en su reducción ya que se trata de sueldos, salarios, viáticos y alimentación del personal que labora en los distintos departamentos de producción de la mina, todos ellos de igual y gran importancia para un correcto funcionamiento, producción y beneficio en la empresa.
- **Amortización:** Este componente representa el mayor porcentaje del capital de inversión con el 24% del costo total de producción, ya que forma parte de un registro de equipos que han sido adquiridos para la explotación del material de interés. Inversiones que básicamente se van cubriendo con una cierta tasa de interés mensualmente hasta cubrir el costo total de inversión.

4.4.1.1. Principales problemas y consecuencias

En el transcurso de este estudio hemos notado que existen considerables diferencias entre los 10 indicadores analizados en la empresa.

El mal manejo y la gestión inadecuada del equipo por parte del personal provoca fallas en el equipo; esto, combinado con un mantenimiento preventivo inadecuado y un mantenimiento correctivo tardío, da como resultado una operación menos eficiente en general.

El mantenimiento de la línea principal debe ser una prioridad entre las actividades diarias de la empresa, porque el transporte de material a la superficie se realiza mediante locomotoras. Sin embargo, este trabajo se encuentra descuidado en los distintos frentes de la mina, debido a la presencia de altos niveles de agua provocados por la falta de mantenimiento de la cuneta o conductos de agua, lo que provocó la corrosión de los rieles, causando daños a los pernos, chavetas y durmientes.

La falta de un análisis técnico dentro del proceso de perforación y voladura también trae como consecuencia un incremento en el consumo de brocas, barriles, explosivos y otros insumos en general, lo que perjudica la economía de la actividad.

Cada uno de estos problemas conduce a pérdidas de tiempo, mayor uso de herramientas y recursos, y un aumento en los costos de producción.

4.4.2. Definición de variables críticas de los costos de producción en los sistemas de explotación utilizados

Todo el proceso de análisis de los hallazgos del estudio requiere la integración de los 9 indicadores económicos que fueron elegidos para diagnosticar los costos de producción a precios unitarios.

A continuación, los gráficos estadísticos de los indicadores considerados se muestran en la Ilustración 4-11, que muestran cómo se comportan los factores que componen el costo de producción.

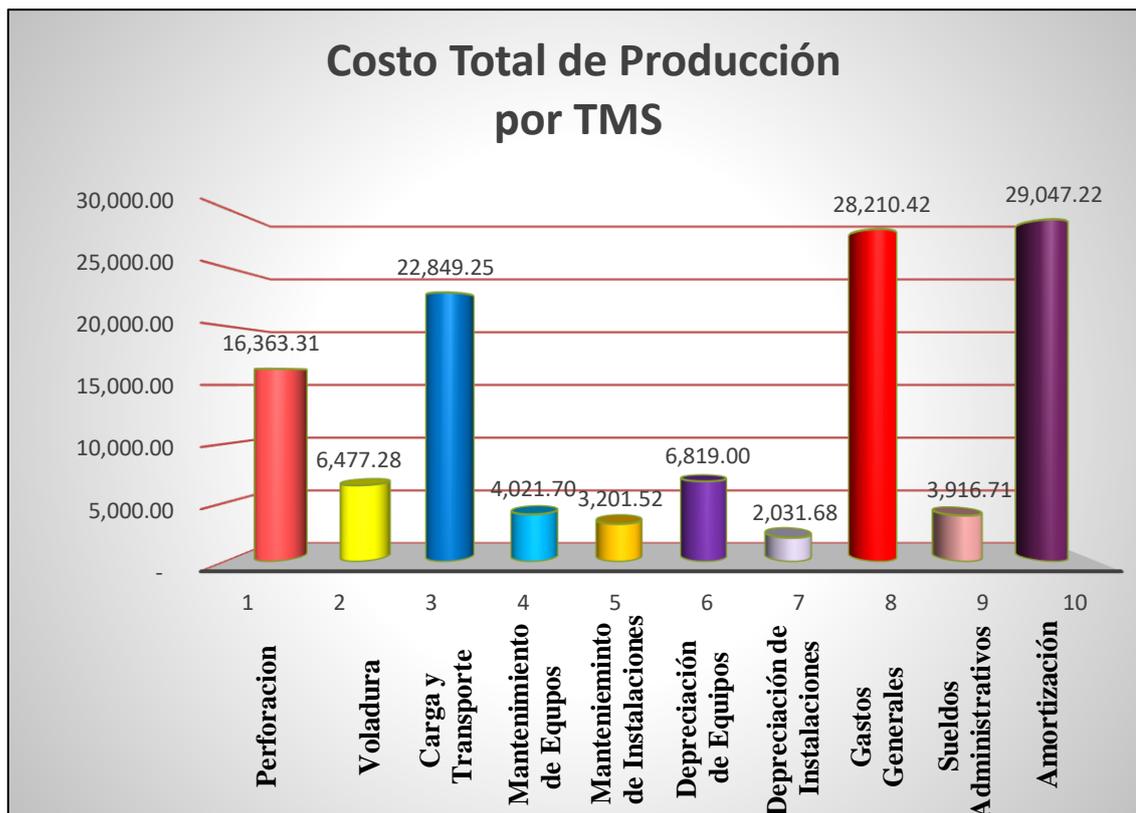


Ilustración 4-11: Análisis costo total de producción

Realizado por: Valverde José; Jaramillo Andrés, 2023.

Al igual que todos los estudios económicos, éste debe interpretarse a sí mismo desde una perspectiva global con numerosas conexiones entre los casos de aplicación además de desglosar sus variables para cada caso por separado.

Para determinar los factores críticos se realizó un análisis comparativo, evaluando los 9 indicadores para el análisis que se venían desarrollando a lo largo de este estudio, llegándose a las siguientes conclusiones:

- a. La principal variable crítica para el análisis de costos influye en los gastos generales, con una incidencia que oscila entre el 30% del costo total de producción por TMS.
- b. La segunda variable es la de Carga y Transporte, cuyo valor asciende al 24% del costo total de producción por TMS, con una diferencia considerable con respecto a los gastos generales y ocupa la segunda posición de incidencia de entre las 9 variables en evaluación.
- c. Dentro de una tercera variable se ha determinado la perforación la cual representa el 18% del costo total de producción por TMS y a comparación de la segunda variable no existe gran

diferencia entre sus porcentajes de consumo en producción, ubicando a la perforación en el tercer lugar de variables que influyen en el costo total de producción.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En la mina NUEVO AMANECER, de la concesión SAN SEBASTIAN II, se realizó con éxito el análisis de costos de producción relacionándolo con los beneficios que se obtiene de la comercialización del mineral de interés, dicho análisis se lo realizó aplicando la metodología de absorción ya que esta ayuda a aplicar un correcto manejo de los costos y gastos de producción, clasificándolos en costos directos, indirectos, fijos y variables para dar una visión más clara y precisa de la gestión de costos que se llevan en la empresa, de manera que facilite alcanzar los objetivos operativos que se realizan semanalmente y posterior a ello la toma de buenas decisiones.

En la mina NUEVO AMANECER, se extrae minerales utilizando la técnica de extracción conocida como corte y relleno ascendente, con tasas de producción diarias de 90 a 100 TMS, respectivamente. Asimismo, las jornadas laborales son realizadas por varios grupos que laboran en la empresa. Estos factores han permitido que el presente estudio se desarrolle favorablemente a través del análisis de los costos de producción, para ello se inició con el levantamiento de información de la mina, utilizando diferentes herramientas tanto técnicas como tecnológicas según la disponibilidad de la Empresa.

En los dos casos de estudio, solo se tomó en consideración para el análisis económico la información correspondiente a las operaciones en el interior de la mina; la información gerencial-administrativa quedó fuera y se consideró para otro tipo de análisis. El costo de producción por TMS durante todo el ciclo de explotación y extracción del mineral se estableció en USD 17.00 respectivamente y para el costo total de producción considerando los 9 indicadores que abarcan todos los costos de producción en cada etapa, se estableció en USD 122 938.09

En la concesión SAN SEBASTIÁN II, específicamente en la mina NUEVO AMANECER, cuenta ya con muchos años de operación, por lo que sus operaciones garantizan estabilidad a través de la mecanización y optimización, demostrando mayor eficiencia en sus procesos y menores costos de producción. Estos resultados se ven reflejados en los beneficios económicos obtenidos durante el periodo de estudio, en el cual se han cumplido exitosamente varios ciclos de extracción llegando a obtener beneficios de USD 1 080 000, valores que aumentan significativamente con

los valores agregados que se pueden obtener con la comercialización de material estéril o escorias que son depositados en la escombrera de la mina.

Según el Análisis realizado, existen tres factores críticos que tienen un impacto directo en el costo de producción de los productos extraídos de TMS. Estos procesos son los de carga y transporte, perforación y gastos generales, estos factores oscilan entre el 24%, 18%, y 30%, respectivamente. La mayoría de las variaciones en el proceso de carga y transporte se pueden atribuir a la automatización y al número de puestos de trabajo o niveles que mantiene la mina. También se determinó que el inadecuado mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones es el principal factor que contribuye al aumento de los costos de producción debido a que se traduce en pérdidas de tiempo, disminución de la vida útil de los equipos, aumento de los costos asociados a las devoluciones, y una disminución en la producción debido a interrupciones no planificadas.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda implementar un sistema de gestión integral de costos que permita recopilar, clasificar y analizar de manera efectiva los costos fijos y variables relacionados con el ciclo de producción de la mina. Este sistema debe proporcionar información precisa y actualizada para evaluar el costo/beneficio de la productividad, identificar áreas de mejora y respaldar la toma de decisiones informadas en relación con la rentabilidad y eficiencia de las operaciones mineras.

Establecer un sistema de captura de datos en tiempo real que permita recopilar información precisa sobre los costos y la productividad en la mina. Esto puede incluir el uso de sensores, sistemas de monitoreo y tecnologías de recolección de datos eficientes.

Instituir un sistema de clasificación de costos estandarizado y coherente que refleje con precisión las diferentes tareas del ciclo de trabajo minero, labores auxiliares y costos adicionales. Capacitar al personal en la correcta asignación y seguimiento de los costos relacionados con cada etapa del ciclo operativo.

Realizar análisis periódicos de los beneficios económicos obtenidos durante el ciclo operativo minero y evaluar su impacto en la rentabilidad del negocio. Utilizar métricas financieras relevantes, como el retorno de la inversión (ROI) y el valor presente neto (VPN), para evaluar la rentabilidad y tomar decisiones informadas.

Realizar comparaciones y análisis regulares del resultado costo/beneficio utilizando la metodología de absorción implementada en el proyecto. Evaluar otras metodologías de análisis de costos para obtener una visión más completa y precisa de la rentabilidad. Identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización para garantizar una gestión eficiente de los recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO BARRERO, Sandra. Plan estratégico para el desarrollo sostenible de la minería del oro en Colombia. (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad Santo Tomás, Maestría en Administración de Negocios. Bogotá, Colombia. 2017. pp. 1-182. [Consultada: 25 julio]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9509/2017alvaradosandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ARROBO, C. & VILLACÍS, C. "Análisis de costos operativos en pequeña minería y minería artesanal en Nambija". *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo* [en línea], 2020, (Ecuador) 10 (2), pp. 50-60. [Consulta: 16 diciembre 2022]. ISSN 2602-8484. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/2568>

ARROYO, P. & LÓPEZ, A. La influencia de los costes fijos y variables en la toma de decisiones (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Empresariales, Carrera de Contabilidad y Auditoría. Machala, Ecuador. 2019. pp. 1-21. [Consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13651>.

CÁRDENAS ARGUDO, Leonela Marisol. & GAVILANES CORDERO, Michelle Karina. Análisis y optimización de costos de producción del sistema de explotación de minerales metálicos, caso de aplicación Produmin S.A. y Minervilla Cía. Ltda. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería en Minas. Cuenca, Ecuador. 2018. pp. 1-194. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8419>.

CARRIZOSA, R. Evaluación de Proyectos Mineros. (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad del Rosario, Maestría en Estudios Políticos e Internacionales. Bogotá, Colombia. 2013. pp. 1-133. [Consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2394640>.

CERVANTES, M; et al. *Año de la Inversión para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria* [en línea]. Piura-Perú: Universidad Nacional de Piura, 2013. [Consulta: 7 agosto 2022]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10525/1/16114.pdf>.

CORREA, A. "Galerías mineras: la modelización analítica como una ayuda geomecánica para el diseño minero". *Universidad Nacional de Colombia* [en línea], 1991, (Colombia) 1 (1), pp. 10-19. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/33614>.

ECHEGARAY PALMA, Frank Antony. Estudio de costos operacionales en la U.E.A. recuperada – Huancavelica. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geología, Minera, Metalúrgica y Geografía, Carrera de Minas. Limas, Perú. 2015. pp. 1-179. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4399>.

GARCÍA, D; et al. "Análisis de los costos fijos y variables en el proceso de producción de la minería en Colombia". *Boletín de Ciencias de la Tierra* [en línea], 2018, (Colombia) 40(71), pp. 189-216. [Consulta: 4 octubre 2022]. ISSN 0120-3053. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-30532021000100189&lng=en&nrm=iso&tlng=es

GARCÍA, J. *Contabilidad de Costos* [en línea]. Ciudad de México-México: Mc Graw Hill Education, 2014. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/63536129/contabilidad-de-costos-4a-ed-colin-j>.

GARCÍA VÉLEZ, Joselyn Mishel. & MESÍAS MENDIETA, Camila Michelle. Gestión de costos: Aplicación a la Empresa Minera "MINERVILLA CÍA. LTDA. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad del Azuay, Facultad de Ciencias de la Administración, Escuela de Contabilidad Superior. Cuenca, Ecuador. 2020. pp. 1-214. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10202>.

HERRERA, J. & GÓMEZ, J. *Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas*. 1ª ed. Madrid-España: E.T.S.I. Minas (UPM), 2007, pp. 1-156.

HORNGREN, C; et al. *Contabilidad de Costos* [en línea]. 16ª ed. Ciudad de México-México: Pearson Educación, 2018. [Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Contabilidad-de-costos-Charles-T.-Hornngren.pdf>.

MARTÍNEZ, A; et al. *Costos fijos y variables en la minería* [en línea]. Ciudad de México-México: *Innovación y Tecnología en la Minería*, 2017[Consulta: 14 febrero 2023]. Disponible

en: <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Contabilidad-de-costos-Charles-T.-Hornngren.pdf>

MEJÍA ROGEL, Morelia Estefanía. & NAVARRO MOROCHO, Rosa Angélica. Diseño y prefactibilidad de un pique, en la concesión minera San Sebastián II, Camilo Ponce Enríquez - Azuay. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería en Minas. Cuenca, Ecuador. 2021. pp. 1-109. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10525/1/16114.pdf>.

MERNNR. *Ministerio de Energía y Recursos Naturales, No Renovables. Panorama de la minería en Ecuador.* [en línea]. Quito, Ecuador: 2021. [Consulta: 14 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/>.

ORTIZ, M. "Metodología de costeo ABC en la industria minera". *Revista Ingeniería Industrial* [en línea], 2018, (Colombia), 20 (2), pp.2382-3860. [Consulta: 6 noviembre 2022]. ISSN 2382-3860. Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/1229>

PÉREZ VARGAS, Tatiana Jasmín. Evaluación de riesgos para la salud de la población por contaminación de agua con metales pesados (Cadmio, Níquel y Plomo) derivados de explotación minera ilegal, Cantón Esmeraldas. (Trabajo de titulación) (Maestría) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Maestría en Química. Ambato, Ecuador. 2012. pp. 1-100. [Consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/34200>.

RAMOS VILLAMIRIN, Johana Valeria. Sistema de costos y la rentabilidad en la microempresa de fabricación de bloques en el sector de la CANGAHUA provincia de Cotopaxi. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Contabilidad y Auditoría, Carrera de Contabilidad y Auditoría. Ambato, Ecuador. 2014. pp. 1-138. [Consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/20575>.

ROJAS OVACO, Diego Enmanuel. Precios unitarios en la explotación aurífera subterránea de pequeña minería en el distrito Ponce Enríquez. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería en Minas. Cuenca, Ecuador. 2021. pp. 1-107. [consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11144>.

ROJAS CORNEJO, Mariana. Descripción Cuantitativa de los Procesos de Extracción y Reducción de Mineral en la Minería de Cobre a Cielo Abierto. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial. Santiago de Chile, Chile. 2009. pp. 1-101. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103330/cf-rojas_mc.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

RUIZ, A. *Economía Minera* [en línea]. Huaraz-Perú: Universidad Nacional de Ancash, 2015 [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-micaela-bastidas-de-apurimac/topografia/51138385-economia-minera-libro-final/34600020>.

SALINAS, C. *Construcción de Tuneles Piques y Chimeneas*. 1ª ed. Santiago de Chile-Chile: Universidad de Chile, 1998. ISSN 956-19-0265-6, pp. 1-99.

SEGURIDAD MINERA. "Revista especializada en Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional del Instituto de Seguridad Minera-IISEM". *Revista Seguridad Minera* [en línea], 2016, (Perú) (126), pp. 1-54. [Consulta: 24 julio 2023]. ISSN 01223461. Disponible en: <https://www.revistaseguridadminera.com/isem/>.

SENPLADES. *Secretaría Nacional de Planificación. Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador*. [en línea], Quito, Ecuador: 2017. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <https://www.planificacion.gob.ec/>.

VILLACRÉS GARCÉS, Roberto Darío. Optimización de costos al sistema de explotación subterránea en la veta Kathy de la Empresa PRODUMIN S.A. (Trabajo de titulación) (Pregrado) [en línea]. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiente, Carrera de Minas. Quito, Ecuador. 2016. pp. 1-92. [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7967/1/T-UCE-0012-48.pdf>.

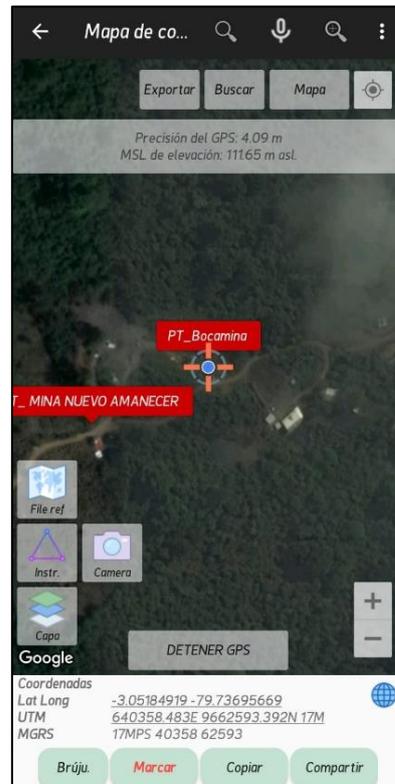
WARREN, C; et al. *Contabilidad Administrativa* [en línea]. Madrid-España: Cengage Learning Editores, 2010. [Consulta: 25 julio 2023]. Disponible en: <https://www.perlego.com/es/book/2420834/contabilidad-administrativa-pdf>.

ZAPATA, P. *Contabilidad De Costos*. 3ª ed. Bogotá-Colombia: ALFAOMEGA. 2015. ISBN 978-958-778-513-5, pp. 1-428.



ANEXOS

ANEXO A: PUNTO Y COORDENADAS DE BOCAMINA



ANEXO B: EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL INTERIOR MINA



ANEXO C: EXPLOSIVOS



ANEXO D: PREPARACIÓN DE LA MECHA CON SU RESPECTIVO EXPLOSIVO



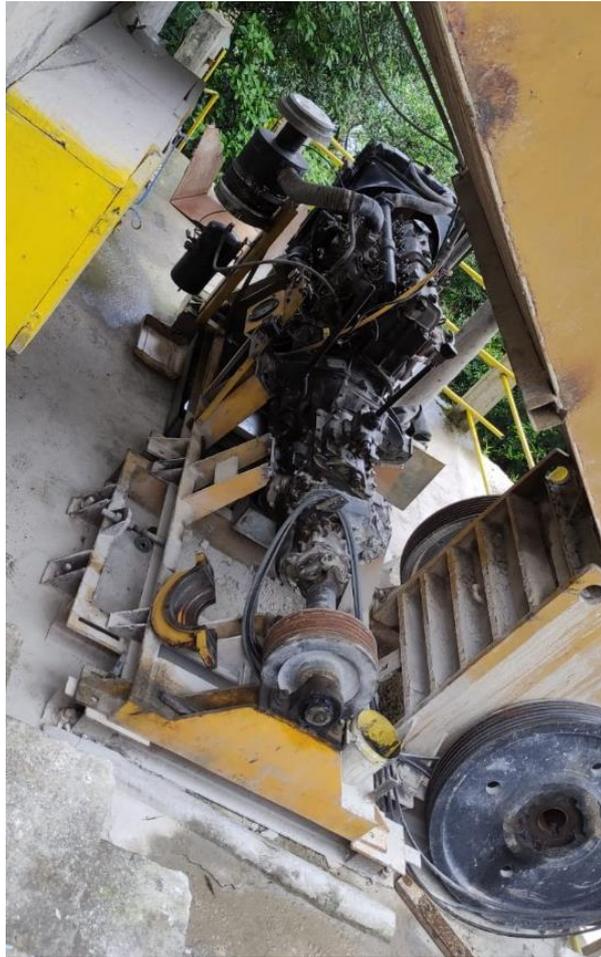
ANEXO E: PERFORADORA MANUAL, BARRENO Y BROCA



ANEXO F: BUZÓN Y MANGAS DE VENTILACIÓN



ANEXO G: MOTOR EN MANTENIMIENTO DE LA ZARANDA VIBRATORIA



ANEXO H: CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL



ANEXO I: TRANSPORTE DE MINERAL PARA SECADO



ANEXO J: TANQUES DE AIRE A PRESIÓN EN MAL ESTADO



ANEXO K: LISTA DE INSUMOS PARA MANTENIMIENTO DE PUERTAS

ARREGLO DE LA PUERTA

Cantidad	Nombre del Artículo	Precio	Total
3	GALONES DE DILUYENTE	6,00	19,50
1	GALON DE PINTURA DE FONDO GRIS	20,00	20,00
2	LITROS DE PINTURA AZUL CATALIZADO	6,00	12,00
2	LITROS DE PINTURA CAFÉ	4,50	9,00
5	METRO DE TUBO DE 1PULGADA Y 1/2	19,00	19,00
3	DISCO DE CORTE	1,67	5,00
4	LIBRAS DE SUELDA AGA 6011	2,50	10,00
150	REMACHE DE 1/4 X PULGADA 1/2	0,07	11,00
3	PLIEGOS DE LIJA #100	0,35	1,05
2	FUNDA CEMENTO	8,70	17,40
2	HORAS DE MAQUINA	30,00	60,00
	LA MANO DE OBRA PARA HACER LA BASE		40,00
4	DIAS DE TRABAJO	30,00	120,00
	TOTAL		343,95

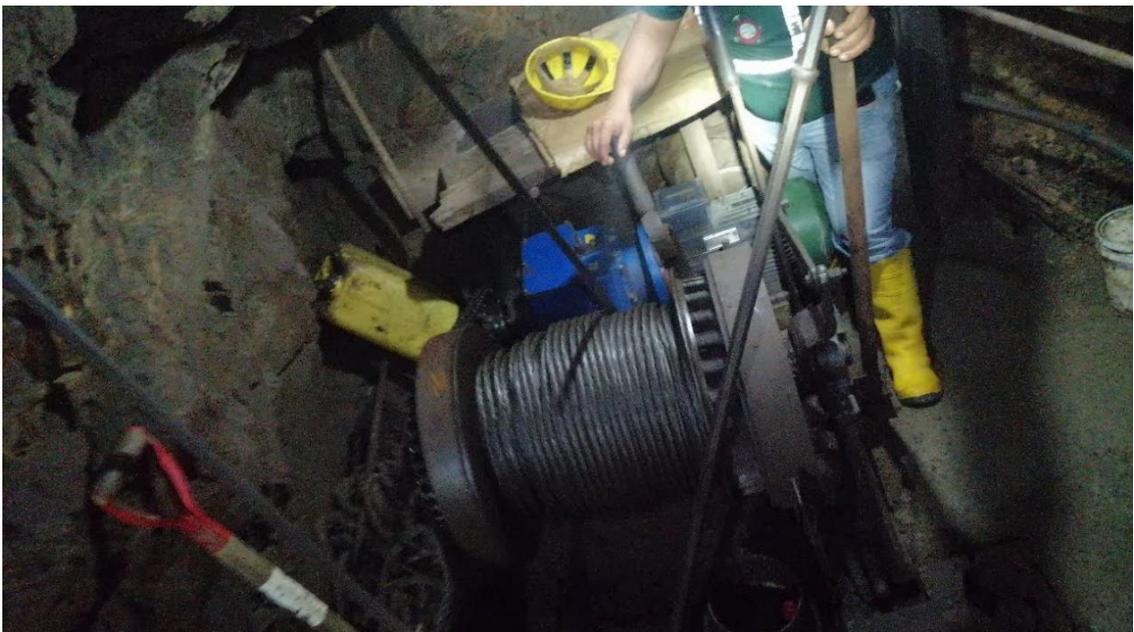
ANEXO L: PULMÓN PRINCIPAL DE AIRE



ANEXO M: GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA



ANEXO N: MANTENIMIENTO DE WINCHE PRINCIPAL



ANEXO O: MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS DE SOSTENIMIENTO



ANEXO P: MATENIMIENTO DE LINEAS ELÉCTRICAS



ANEXO Q: TRANSPORTE DEL MATERIAL A LA SUPERFICIE





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 17 / 01 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTORA/A (S)
Nombres – Apellidos: José Damián Valverde Villavicencio; Andrés Fernando Jaramillo Villa
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Minas
Título a optar: Ingeniero en Minas
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

2204-DBRA-UPT-2023

