



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES**

**“CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGÍA
AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL”**

TEMA:

**“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE
EXPLOTACIÓN PARA ORO EN EL ÁREA
MINERA “LA TIGRERA”, PARROQUIAS
PROGRESO Y PUCARA, CANTONES PASAJE
- PUCARA, PROVINCIAS DE EL ORO Y
AZUAY”**

*Tesis de grado previa a la obtención
Del Título de Ingeniero de Minas*

AUTORES

*Córdova Aguirre Juan Fernando
Pardo Jaramillo Wuillan Ramiro*

1859
Ing. Jorge Michael Valarezo Riofrio

DIRECTOR

Ing. Julio Eduardo Romero Sigcho

ASESOR

LOJA - ECUADOR

2010

C E R T I F I C A C I Ó N

Ing.

Jorge Michael Valarezo Riofrio

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**“ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES”**

“CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL”

DIRECTOR DE TESIS;

En Uso de sus Atribuciones Legales:

CERTIFICA:

Haber dirigido, revisado y corregido la presente Tesis de Grado **“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACION PARA ORO EN EL ÁREA MINERA LA TIGRERA PARROQUIAS PROGRESO Y PUCARA, CANTONES PASAJE – PUCARA, PROVINCIAS DE EL ORO Y AZUAY”**, realizada por los Egresados: Juan Fernando Córdova Aguirre y Wuillan Ramiro Pardo Jaramillo, y a la posterior revisión final el cual se ajusta a los requerimientos de una Tesis de Grado, Autoriza a los postulantes a su presentación para los fines legales pertinentes y el trámite correspondiente para su posterior defensa.

Loja, Juno del 2010

Atentamente:

Ing. Jorge Michael Valarezo Riofrio
DIRECTOR DE TESIS

C E R T I F I C A C I Ó N

Ing.

Julio Eduardo Romero Sigcho

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**“ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES”**

“CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL”

ASESOR DE TESIS;

En Uso de sus Atribuciones Legales:

CERTIFICA:

Haber revisado y corregido la presente Tesis de Grado **“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACION PARA ORO EN EL ÁREA MINERA LA TIGRERA PARROQUIAS PROGRESO Y PUCARA, CANTONES PASAJE – PUCARA, PROVINCIAS DE EL ORO Y AZUAY”**, realizada por los Egresados: Juan Fernando Córdova Aguirre y Wuillan Ramiro Pardo Jaramillo, y a la posterior revisión final el cual se ajusta a los requerimientos de una Tesis de Grado, Autoriza a los postulantes a su presentación para los fines legales pertinentes y el trámite correspondiente para su posterior defensa.

Loja, Juno del 2010

Atentamente:

Ing. Julio Eduardo Romero Sigcho
ASESOR DE TESIS

**“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACION
PARA ORO EN EL ÁREA MINERA LA TIGRERA
PARROQUIAS PROGRESO Y PUCARA, CANTONES
PASAJE – PUCARA, PROVINCIAS DE EL ORO Y
AZUAY”**

A U T O R Í A

LOS CONTENIDOS, CRITERIOS, IDEAS, PROCEDIMIENTOS, ANÁLISIS, RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES VERTIDAS A LO LARGO DEL DESARROLLO DEL PRESENTE TRABAJO INVESTIGATIVO SON DE ABSOLUTA EXCLUSIVIDAD Y RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES.

Juan Fernando Córdova Aguirre

Wuillan Ramiro Pardo Jaramillo.

A G R A D E C I M I E N T O

Queremos expresar nuestro especial reconocimiento y gratitud a los Ing. Jorge Michael Valarezo R. Ing. Julio Eduardo Romero S. Director y Asesor de Tesis respectivamente por la oportuna y desinteresada colaboración y dirección que prestaron al desarrollo y culminación del presente trabajo de Tesis de Grado.

Además queremos hacer extensivo nuestro más sincero agradecimiento a la EMPRESA MINERA “LA TIGRERA” por concedernos la autorización del ingreso al área, aportaciones y facilidades para la recopilación de la información existente y así lograr nuestro objetivo.

Así mismo recalcar el valioso aporte y agradecimiento a La Universidad Nacional de Loja, en el Área de Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables con su Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial; sus autoridades, empleados y trabajadores del Área, como a sus catedráticos quienes desempeñaron un papel importante en nuestra Educación y Formación Profesional.

Los Autores.

D E D I C A T O R I A

Primeramente dedico a Dios, luego a mis padres: Guillermo y Conchita; a mi esposa Maritza; Juan Diego, María Beatriz, Luis Fernando mis tiernos hijos; y a mi familia en general por apoyarme y darme valor para seguir adelante. Y de una manera muy especial a una persona que aunque no esté presente vivirá siempre en mi corazón.

JUAN FERNANDO CÓRDOVA

A Dios que guía e ilumina mi vida, a mis padres: Víctor y Glorita (+), que con esfuerzo y sacrificio me apoyaron durante los años de estudio, a Zulemita mi esposa por su comprensión y paciencia, a mis dos hijitos Nicolita y Samuelito por su apoyo incondicional para lograr este objetivo.

WUILLAN PARDO

ÍNDICE

CONTENIDO

CERTIFICACIÓN
TÍTULO
AUTORÍA
AGRADECIMIENTO
DEDICATORIA
ÍNDICE

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	OBJETIVOS	4
1.3.	ANTECEDENTES	5
1.4.	MARCO GEOGRÁFICO	7
	1.4.1. UBICACIÓN Y ACCESO	8
	1.4.2. CLIMA Y VEGETACIÓN	9
	1.4.3. RELIEVE E HIDROGRAFÍA	10
	1.4.4. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE	10
	1.4.5. POBLACIÓN Y SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA	11

CAPITULO II

MARCO GEOLÓGICO

2.1.	GEOMORFOLOGÍA	14
2.2.	GEOLOGÍA REGIONAL	15
	a. FORMACIÓN SARAGURO	16
	b. INTRUSIVOS	17
	c. FORMACIÓN MACUCHI	17
2.3	GEOLOGÍA LOCAL	18

2.4 GEOLÓGIA ESTRUCTURAL	19
2.5 TIPO DE YACIMIENTO	19
2.6 RESERVAS	20
2.7 ESTRUCTURAS Y MACIZOS ROCOSOS	20
2.7.1 Especificaciones de granodiorita en el área minera concesionada	21
2.7.2. Estimación de reservas	22

CAPITULO III

DESCRIPCION MINERO TÉCNICA DEL YACIMIENTO

3.1. PROPIEDADES FISICO-MÉCANICAS DEL YACIMIENTO Y MINERAL	26
3.1.1. Dureza	27
3.1.2. Peso Específico	30
3.1.3. Peso Volumétrico	31
3.1.4. Porosidad	31
3.1.5. Resistencia a la Compresión	32
3.1.6. Coeficiente de Esponjamiento	32
3.1.7. Humedad	33

CAPITULO IV

DESTAPE Y PREPARACIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL METODO ACTUAL DE DESTAPE Y PREPARACIÓN	34
4.2. ALTERNATIVAS DE DESTAPE Y PREPARACIÓN	36
4.3. ELECCIÓN DEL METODO DE DESTAPE Y PREPARACIÓN	36

CAPITULO V

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

• DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZARSE	38
• ADECUACION Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA	38
• INFRAESTRUCTURA REQUERIDA EN EL PROYECTO	40
5.1. PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE LA ALTERNATIVAS	41
5.1.1. Factores que determinan la elección del sistema de explotación	42
5.1.2. Clasificación de los sistemas de explotación según el Profesor Shenshko	44
5.2. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	45
5.2.1. Flujo grama de los procesos de explotación y recuperación del Oro	48
5.2.2. Determinación de los parámetros geométricos del sistema de Explotación	49
5.2.2.1. Altura del depósito evaluado	49
5.2.2.2. Altura del Banco	49
5.2.2.3. Angulo de talud de los Bancos	51
5.2.2.4. Angulo de liquidación del borde de la Mina	52
5.2.2.5. Ancho mínimo de la plataforma de trabajo	54
5.2.2.6. Ángulo de talud de borde de trabajo	55
5.2.2.7. Esquema de la plataforma de trabajo	55
5.3. PASAPORTE DE PERFORACIÓN Y VOLADURA	56
5.3.1. Elección del tipo de sustancia explosiva	57
5.3.2. Máxima dimensión admisible de los pedazos de roca	58
5.3.3. Diámetro del Barreno	59
5.3.4. Longitud de sobre perforación	60
5.3.5. Longitud del barreno	60
5.3.6. Longitud de retacado	60
5.3.7. Longitud de Carga	60
5.3.8. Línea de menor resistencia	61
5.3.9. Distancia entre barrenos en la fila	61
5.3.10 Distancia entre filas	62

5.3.11 Magnitud de carga de sustancia explosiva	62
5.3.12 Volumen de roca arrancada por carga	63
5.3.13 Gasto específico de sustancia explosiva	64
5.4 MÉTODO DE ENCENDIDO	64

CAPITULO VI

ELECCIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS

6.1. ELECCIÓN DE LA MAQUINARIA PARA ARRANQUE	65
6.2. PARA CARGA Y TRANSPORTE	66
6.2.1. Cálculo de los parámetros de transporte	69
6.3. ELECCIÓN DE LA PERFORADORA	74
6.4. ELECCIÓN DEL COMPRESOR	75

CAPITULO VII

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

7.1. EN TRABAJOS DE DESTAPE Y PREPARACIÓN	77
7.2. EN TRABAJOS DE ARRANQUE	79
7.3. EN TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE	80

CAPITULO VIII

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO

8.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO	83
8.1.1. Tratamiento	83
8.1.1.1. Cribado previo	84
8.1.1.2. Trituración	85
8.1.1.3. Molienda	87
8.1.2. Beneficio	89

8.1.2.1. Procesos gravitatorios	90
8.1.2.1.1. Beneficio en Canales	91
8.1.2.2. Amalgamación	93
8.1.3. Flujo grama de la planta de tratamiento y beneficio	95

CAPITULO IX

VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

9.1. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO	96
9.1.1. Medio Físico	96
9.1.2. Medio Biótico	96
9.1.3. Medio Antrópico	97
9.2. BERVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	97
a. Adecuación y Mantenimiento de Infraestructura	98
b. Explotación del Mineral	98
c. Beneficio y Tratamiento del Mineral	99
d. Adecuación, Operación y Mantenimiento de la Piscina de decantación	99
9.3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	100
9.4. EVALUACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS IMPACTOS	101
9.5. ESTRUCTURA DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL	103

CAPITULO X

ANÁLISIS ECONÓMICO

10.1. RESERVAS EXPLOTABLES TOTALES	107
10.2. INGRESOS	108
10.3. EGRESOS	109
10.3.1. Maquinaria y equipos	109
10.3.2. Materiales y herramientas	110

10.3.3. Inversión total	110
10.3.4. Costo de Posesión	111
10.3.5. Intereses	112
10.3.6. Costo de Operación	113
10.3.6.1. Reserva para reparación	114
10.3.6.2. Número de reparaciones al año	114
10.3.6.3. Reserva total para reparaciones por año	115
10.3.6.4. Consumo de energía o combustible, aceites o lubricantes,	116
10.3.7. Amortización de la maquinaria	116
10.3.8. Sueldos y Salarios	117
10.3.9. Alimentación	118
10.3.10 Suma total de egresos anuales	118
10.4. UTILIDAD	118
10.4.1. Utilidad Bruta	118
10.4.2. Utilidad Neta	119
10.5 RENTABILIDAD	120
10.6. FLUJO DE CAJA LÍQUIDA	121
10.7. VALOR ACTUAL LÍQUIDO/VALOR ACTUAL NETO	122
10.8. TASA INTERNA DE RETORNO	122

CAPITULO XI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. CONCLUSIONES	124
11.2. RECOMENDACIONES	127
BIBLIOGRAFÍA	129
ANEXOS	130
• RESULTADOS DE ANÁLISIS	
• FOTOGRAFÍAS	
• MAPAS	

- FICHAS TÉCNICAS DE LA SUSTANCIA EXPLOSIVA

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN.

La exploración del territorio nacional en forma sistemática y planificada se inicia en 1962 con la creación del Servicio Nacional de Geología. Durante cuatro décadas, los profesionales ecuatorianos con la cooperación inicial de los geólogos de Naciones Unidas y luego de las misiones geológicas de Inglaterra, España, Bélgica, Alemania y Japón, realizaron el levantamiento de más del 75% del mapa geológico nacional a escala 1:100 000, así como la exploración básica y en parte detallada en 26 proyectos mineros distribuidos en diferentes provincias del país. Estos proyectos en la actualidad, forman parte del patrimonio de la Empresa Nacional Minera, pues fueron restituidos al Estado ecuatoriano, mediante la aprobación de la actual Ley de Minería. Ministerio de Recursos Naturales no Renovables 2010

Así mismo en las dos últimas décadas, algunas compañías extranjeras, principalmente canadienses, han hecho grandes inversiones en la prospección y exploración de yacimientos auríferos, polimetálicos y de cobre-molibdeno en la región Austral del país y en la zona Subandina. Los resultados obtenidos con el descubrimiento de nuevos cinturones de oro-plata y de cobre-molibdeno (genéticamente relacionados a un arco volcánico continental de edad Jurasica), son conocidos mundialmente.

Los estudios de exploración realizados hasta ahora, demuestran que el Ecuador cuenta con una importante existencia, cuantificada de minerales metálicos: 30

millones de onzas de oro, 40 millones de onzas de plata, 30 mil millones de libras de cobre, cantidades importantes de molibdeno, reales expectativas en minerales de plomo y zinc; Diario el Correo abril 2008. Es por esto que se crea la necesidad de impulsar una política que este orientada a la explotación de minerales metálicos hasta la etapa de refinación; así como investigar las condiciones minero – técnicas que permitan alcanzar un optimo aprovechamiento integral de estos recursos no renovables.

El desenvolvimiento del presente proceso investigativo cooparticipativo con la Empres Minera “La Tigra”, comenzará con una descripción del área de estudio, desde los parámetros geográficos entre los que tenemos: ubicación y acceso, seguido de una descripción de la infraestructura existente en el sitio; lo que permitirá tener la caracterización física del área y sector de localización, así como el detalle de la futura área de explotación. La descripción de la Geología regional, local, tipo de yacimiento y reservas, permitirán conocer las características litológicas, morfo métricas y volumétricas del yacimiento.

La determinación correcta de los métodos para establecer las propiedades físico, mecánicas y mineralógicas de las rocas será de gran importancia para el desarrollo del presente proyecto investigativo, ya que permitirá determinar el diseño más optimo así como elegir el sistema de explotación más adecuado para el buen aprovechamiento funcional del macizo rocoso.

La explotación a cielo abierto se realizará incluyendo dos tipos de trabajos: destape y extracción. El primero tiene como objetivo asegurar el acceso al mineral útil y crear las condiciones para su extracción, consiste en el traslado del material

estéril que rodea al mineral útil hacia un lugar donde no interfiera el desarrollo de la minería; y el segundo consiste en la correcta separación de la roca del macizo rocoso. El destape y la extracción se pueden ejecutar simultáneamente o no pero debe existir cierto desfasamiento entre ellos en tiempo y espacio a favor de los primeros. Posterior a estos estudios y diseños, se desarrollará un criterio fundamental, el económico, el cual permitirá valorar la efectividad de los trabajos de extracción en una cantera; cuánto cuesta el metro cúbico de material extraído. De acuerdo a la normativa de conservación ambiental el presente trabajo investigativo analizará, describirá y desarrollará la identificación, valoración y prevención de las alteraciones ambientales producidas desde la extracción del mineral hasta el procesamiento de la materia prima.

1.2 OBJETIVOS.

General:

- Desarrollar la Optimización del sistema de explotación, tomando en consideración parámetros geológicos, técnico – minero – estructurales, económicos y ambientales que permitan plantear la mejor propuesta en el Área minera “La Tigrera”.

Específicos:

- Definir las características específicas del proyecto minero con énfasis en los aspectos de: tamaño de la obra, ritmo de extracción; Delimitación del yacimiento en base al levantamiento topográfico y geológico del área en estudio.

- Obtener una valoración cualitativa y cuantitativa de las reservas del yacimiento, para determinar su factibilidad en la fase de explotación y duración del proyecto.
- Seleccionar y describir el sistema de explotación más adecuado para la explotación de minerales metálicos tomando en consideración la génesis del yacimiento.
- Desarrollar una base de datos de información referida a las posibles afectaciones ambientales del sector y su respectivo Plan de Manejo Ambiental.

1.3 ANTECEDENTES.

La minería ha fascinado al hombre por miles de años siendo esta de enorme importancia para el desarrollo local y regional, constituyéndose en el desarrollo de un país, satisfaciendo las necesidades básicas para proveer a una sociedad de servicios, que permiten el desarrollo, el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y los pueblos a lo largo de una región o país.

La actividad minera del país se remonta a la época pre incásica. La primera explotación conocida se sitúa en los flujos de obsidiana de Mullumica en la Cordillera Real. Su producción tuvo un nivel de expansión considerable hacia la actual costa ecuatoriana e inclusive hacia el territorio colombiano, en el período comprendido entre los años 900 – 1500 D.C. (Cámara de Minería del Ecuador 2009).

El oro y la plata fueron extraídos principalmente de los ríos y también a partir de túneles en roca. Entre los lugares conocidos están Nambija, Zaruma y Río Santa Bárbara en el siglo XVI.

El distrito minero de Ponce Enríquez se descubre en el año 1985, y es explotado por organizaciones de pequeños mineros quienes dieron lugar a los asentamientos que estuvieron sujetos a normas de hecho auto impuestas. Al igual que en otros sitios como Sigsig, Tobar Donoso, entre otros.

Esta actividad mal llamada minería no ha dado lugar a la etapa de exploración, todo empieza con un golpe de suerte; Se caracteriza por: baja tecnología, ninguna seguridad industrial, bajo control sanitario y de salud de los trabajadores, carencia de técnicos, bajo rendimiento en la producción, inestabilidad y rotación de la fuerza de trabajo, bajos salarios, baja capacidad de inversión, escasa inserción legal e institucional; es por esto que se crea la necesidad de tecnificar esta actividad.

La Dirección Regional de Minería de El Oro, con fecha 12 de octubre del 2001, otorga el Título de Concesión Minera, del área denominada "LA TIGRERA", Código: 123, al Ing. Jaime Rhon Dávila y a la Compañía Minera de Exploración, Explotación, Refinación y Comercialización de Auríferos en nombre colectivo "LA TIGRERA "; la cual está destinada a la explotación y refinación del mineral Oro. En este contexto, el presente trabajo investigativo está dirigido a optimizar el sistema de explotación, desarrollando técnica y ambientalmente las labores de arranque, carga y transporte.

1.4 MARCO GEOGRÁFICO.

El área de concesión minera “La Tigrera” se encuentra formado por 1 652 hectáreas mineras contiguas ubicadas en las parroquias Progreso y Pucara, catones Pasaje – Pucara, jurisdicción de las provincias de El Oro y Azuay (Ver Mapa No 1; Ubicación).

Regionalmente la Tigrera se localiza en la Hoja Topográfica de Uzhcurrumi. Las coordenadas U.T.M. tomadas de esta carta y comprobadas en el campo, tanto del punto de partida como de los vértices, así como las distancias de los lados del polígono son los, delimitadas, en el cuadro 1, (Ver Mapa No 2; Mapa Base Área Minera La Tigrera)

Cuadro 1. Coordenadas del área minera La Tigrera.

PUNTO	ESTE	NORTE	DISTANCIA (m)
PP	650 000	9' 648 000	4000.00
1	654 000	9' 648 000	4100.00
2	654 000	9' 643 900	1800.00
3	652 200	9' 643 900	100.00
4	652 200	9' 644 000	500.00
5	651 700	9' 644 000	200.00
6	651 700	9' 643 800	1700.00
7	650 000	9' 643 800	4200.00

1.4.1 Ubicación y Acceso.

Desde la Capital de la República por vía aérea se llega a Cuenca o Machala, desde la ciudad de Cuenca, para llegar a la concesión, se lo realiza por la carretera Cuenca-Santa Isabel-Pasaje, entre Santa Isabel y Pasaje existe un poblado

llamado Santa Cecilia, en un recorrido de 128 km., que se cubre en 2:30 horas aproximadamente. La vía atraviesa las poblaciones de Girón, Santa Isabel, El Tablón, Tendales, Chilcapaya, Vivar y Santa Cecilia que son los centros poblados más importantes localizadas a lo largo de la vía, de ahí hacia el norte por un camino de tercer orden o de verano llegamos al sector La Playa y luego a La Loma en un recorrido de 16 Km., aproximadamente en un tiempo de 1 hora. En La Loma se ubica el campamento de la Compañía Minera La Tigra, es el centro de operaciones de las actividades del proyecto, desde el cual se realiza el acceso a las diferentes zonas de estudio de la concesión que están claramente identificadas. Desde la ciudad de Machala se lo realiza por la carretera Machala – Pasaje – Cuenca; en un recorrido en donde existe el poblado denominado Santa Cecilia, que abarca una distancia de 60 km, cubierta en 1 hora aproximadamente; La carretera atraviesa Pasaje, Huizo, Casacay, Calayacu, Muyuyacu, Santa Cecilia, La Chonta, que son los centros de población más relevantes. Véase Mapa No 3 Poblados y Vías.

Para llegar al Área Minera La Tigra desde el Sitio La Loma, se lo realiza por vía terrestre en vehículos propios de la compañía de doble transmisión, no existen camionetas de alquiler o cooperativas particulares.

1.4.2 Clima y Vegetación.

Según el estudio de Impacto ambiental realizado en el 2006 se describe que la precipitación anual oscila entre 750 a 1 000mm en el cantón, el periodo de lluvias intensas es de enero a junio (Véase Mapa 4 Isoyetas); la temperatura oscila entre

12 y 18 grados centígrados, la humedad relativa entre 80 y 90% (Ver Mapa N° 5 Isotermas), con altitudes de 1 500 a 2 200 m s.n.m; correspondiéndole en base a la clasificación de las Zonas de Vida Naturales del Mundo de L. R. Holdridge Bosque Seco Premontano (bs-PM), el clima pertenece a Ecuatorial Mesotérmico Semi Húmedo

La asociación de árboles, arbustos, cultivos y pastos, predominan en la zona donde se encuentra situada el área minera (Ver Mapa 6 Uso Actual), se observa una presión importante por la tierra y la extracción de los recursos naturales, causando una fragmentación del escenario paisajístico, debido a la pérdida de la diversidad, interrupción del gradiente altitudinal y de los flujos hidrológicos, el paisaje es característico de pie de monte.

1.4.3 Relieve e Hidrografía.

Por la superficie del área minera, se observan varios drenajes intermitentes de recorrido corto, los mismos que confluyen en la parte baja de la concesión, para luego descargar a los drenajes de la vertiente del Pacífico. Estos drenajes se activan únicamente en la época lluviosa, son de poco caudal, el sistema de drenaje principal lo componen el Río San Jacinto (Chaguana), y la quebrada Las Palmas (Tigrero), que mantiene una dirección E-W, los cuales son alimentados por tributarios menores con direcciones N-S, conformando la sub-cuenca del río Pagua. **Las pendientes** oscilan entre 50 a 70%, con áreas cóncavas y convexas.

1.4.4 Infraestructura Disponible.

En los centros poblados cercanos al proyecto no existen infraestructuras ni servicios básicos, a excepción de escuelas primarias que en cuatro de esos centros poblados.

La infraestructura vial corresponde a una carretera de segundo orden con ingreso por el centro poblado de La Maravilla, que recorre los sectores de Santa Cecilia, La Chonta y la Playa hasta el centro minero, en una extensión de 16 Km. El sistema de transporte comprende en ocasiones unas pocas camionetas de alquiler con horarios irregulares de atención. Así, el tráfico vehicular es muy incipiente, el que es cubierto por un vehículo particular (4 x 4) de uno de los socios de la compañía minera.

La dotación de agua para consumo humano se hace directamente de la quebrada Palmal. **La Eliminación de Aguas Servidas** dispone únicamente las instalaciones del campamento minero mediante un pozo séptico ya construido que tiene las siguientes medidas: 3 m x 3 m y de 3 m de profundidad.

La **Energía Eléctrica** en la zona es suministrada por la Empresa Eléctrica El Oro, con el financiamiento de la Municipalidad de Pucará.

Además, la empresa minera dispone de dos generadores propios, que en casos de emergencia dota de energía a otras familias cercanas. **En Telecomunicaciones** las familias disponen de la sintonía de dos canales de televisión y de varias emisiones de radio. Existe un **Centro Educativo** fiscal

unidocente llamado 9 de Octubre en el Sector la Loma en donde se educan 12 niños.

1.4.5 Población y Situación Socio-Económica.

En el área de estudio, habitan únicamente tres familias campesinas y otra que reside en el campamento minero. El número de miembros de esas familias es 27 de donde 14 son varones y 13 mujeres; 8 miembros eran menores de edad.

Existe además una población “flotante” constituida por unos 28 trabajadores mineros.

En la zona no existe población indígena, es decir nativa, más bien sus habitantes son colonos que están continuamente llegando a vivir en pequeñas propiedades o fincas en los lugares ya señalados.

Las principales actividades económicas de la zona son la minería, la ganadería y la agricultura.

La ganadería es una actividad que produce leche y sus derivados, así como de crianza de reces para ventas; la producción y venta de quesos proporciona ciertos ingresos económicos a las familias. Además, vale decir que existe un proyecto de mejoramiento mediante mejores razas ganaderas.

La agricultura es realizada en pequeña escala, y mayormente para la subsistencia familiar; consiste en cultivos de hortalizas (lechugas, coles), de fréjol, maíz, bananos, cítricos, caña de azúcar. Se cultiva también café destinado a ventas ocasionales. Para su propio consumo, las familias también se dedican a la crianza de aves de corral, chanchos y cuyes.

La minería es también otra importante actividad que se realiza tanto artesanal como técnicamente; muchos son los trabajadores dedicados a ella, y también son otras actividades derivadas, como el comercio, entre otras; que lo hacen importante para la zona.

Así, el Nivel de Ingresos Económicos de las familias del área cercana al proyecto puede calificarse de regular, ya que en la zona se dedican a la agricultura y ganadería. (INEC 2006).

CAPITULO II

MARCO GEOLÓGICO

2.1 GEOMORFOLOGÍA.

La superficie concesionada forma parte de la divisoria de agua del río San Jacinto en la parte alta. Se encuentra ubicada en una superficie irregular con elevaciones que oscilan entre 2 320 m s.n.m., al Nor-este hasta la cota 1 240 m.s.n.m. al Sur oeste, rasgos morfológicos estructurales característicos al este y al oeste donde las elevaciones son curvadas con un eminente control estructural a los drenajes del área. Al Nor-este del proyecto con 2 250 m.s.n.m. se ubica el Cerro Mirador y al Norte el Porotillo con 2 240 metros. Las principales características de estas elevaciones es que son alargadas. Intercalando a estas elevaciones se encuentran flancos que describen pendientes de hasta 30 – 35%, limitados por estrechos y profundos valles de pie de monte al Este, Oeste y Sur del proyecto.

Puntualmente la zona del proyecto dispone de una morfología local característica de zonas elevadas constituida de rocas volcánicas que describen pendientes entre altitudes de 2 320 al Nor este y en la parte más baja situada al Sur con 1 240 metros de altura e inscrita con elevaciones de 1 655 en la parte alta y 1 583 m s.n.m. al sur-este del área. Por la climatología existente la caolinización y erosión en superficie es significativa. En función a las características morfológicas descritas, el área de interés no presenta dificultades para la ejecución de las

actividades de explotación por cuanto se puede acceder a toda la superficie concesionada.

El área de estudio está ubicada en una topografía abrupta con rangos entre 2 320 m.s.n.m., al noreste de la concesión hasta 1 240 m s.n.m. al sur oeste de la misma que comprende la cordillera occidental de los Andes Ecuatorianos, formada por pendientes entre 25 a 30% hasta de 5 a 10%. Posee dos características geomorfológicas: El relieve Subandino con depresiones y bajas vertiente marginales (Ver Mapa 7 Levantamiento Topográfico).

La génesis en el área “La Tigra” comprende vertientes extensas, con cobertura de proyecciones piroclásticas recientes, cenizas y lapilli. Las vertientes andinas septentrionales y centrales.

2.2 GEOLOGÍA REGIONAL.

Regionalmente, el área se encuentra localizada en el Suroeste del Ecuador al final del vértice occidental de la Cordillera Occidental, ocupando territorio en las provincias de El Oro y Azuay, caracterizada al sur por el cinturón metamórfico de Tahuin de edad Paleozoico y el contacto discordante con rocas volcánicas del grupo Saraguro de Eoceno – Mioceno.

Regionalmente se encuentran las siguientes secuencias geológicas: basamento constituido de rocas paleozoicas pertenecientes a la serie Tahuin, rocas volcánicas jóvenes del grupo Saraguro del Eoceno Mioceno, esta formaciones han sido

intruidas por cuerpos granodioríticos que afloran en diversas partes de la zona entre los 3° y 4° Sur. Geológicamente el área de estudio se ubica en el distrito minero de Ponce Enríquez, en la parte Sur del distrito minero del Azuay con depósitos de Tonalita, turmalina, Oro y Sulfuros, brechas epitermales, stockworks y vetas dentro de rocas volcánicas del Grupo Saraguro.

- a. FORMACION SARAGURO.** Geológicamente, el área de concesión La Tigrera, se ubica en su mayor parte en la formación Saraguro, con alternancia de lavas andesíticas y riolíticas con piroclásticos ácidos representados por ignimbritas, tobas finas y aglomerados andesíticos. (Véase Mapa No 8 Geología Regional, para el Área minera La Tigrera.)

Las rocas son volcánicas y de color oscuro con presencia de pequeños clastos que dan un aspecto brechoso, pero se nota una cierta estructura columnar. Las andesitas son de carácter intermedio y de color verdoso muy meteorizadas. Esta formación tiene un buzamiento suave hacia el suroeste.

- b. INTRUSIVOS.** En el sector La Soledad aflora un gran cuerpo granodiorítico instruyendo a las formaciones Macuchi y Saraguro. Véase Mapa No 8 Geología Regional, para el área minera la Tigrera.

La zona pertenece a dos tipos de geología: a) Volcánico Saraguro con lavas andesíticas, a riolíticas, piroclastos en un 85%; y b) Granodioritas, dioritas, pórfidos de edad cenozoica pertenecientes a rocas intrusitas

c. FORMACIÓN MACUCHI. Conformando una mínima parte de la concesión minera como se demuestra en el mapa de los anexos Comprende la unidad Macuchi constituida por lavas andesíticas y basálticas de color gris verdoso y oscuro, interestratificadas con tobas, areniscas, limolitas volcánicas y Arcillas Marinas de Estuario.

La litología principal formada por rocas volcano sedimentarias cretácicas, comprende: Andesitas diabasas (porfiríticas y afaníticas no alteradas y poco alteradas intercaladas con paquetes sedimentarios). Las andesitas diabasas alteradas, fuertemente propilizadas y alteradas por procesos hidrotermales.

2.3 GEOLOGÍA LOCAL.

La geología del lugar se ha determinado en un radio aproximado de 13 km., como se puede observar en la descripción de la zona se encuentra la formación de los volcánicos Saraguro (300m.), con lavas andesíticas a riolíticas y piroclastos depositadas durante el Eoceno Mioceno. Al norte del área minera se encuentran rocas intrusivas que comprenden: granodioritas, dioritas y pórfidos de edad Cenozoica. Puntualmente se ha determinado rocas piroclásticas (ignimbritas) de color gris obscuras. Otras rocas presentan definidos cuarzos en sus estructuras con alteraciones de óxido ferroso.

Durante el levantamiento de campo realizado con ocasión del presente proyecto minero, se realizó la caracterización de la geología local en base de observaciones in situ, determinando que en la totalidad del área de interés, las rocas presentes

corresponden a tobas volcánicas (formación la Fortuna) del grupo Saraguro con intrusiones de cuerpos plutónicos. Dentro de las tobas volcánicas se observa una relación epitermal en tobas de dicha formación.

2.4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Estructuralmente el área del proyecto se encuentra dentro de la falla inferida bulubulu a lo largo del Río San Jacinto con orientación al Nor – este y la falla del Río Tenguel con una orientación al Nor – oeste y al Sur el sistema de fallas del Río Jubones con una orientación preferencial de E - W

2.5 TIPO DE YACIMIENTO.

Puntualmente el área de interés para la explotación luego de una serie de fases de exploración se determinó una anomalía específica de 164 m de largo y 192 m de ancho en superficie, el yacimiento presenta una intensa alteración; es un stockwork relacionado con una chimenea de brecha, la cual fue erosionada a partir del cuaternario, las estructuras tienen una orientación aproximada NNE – SSO y un buzamiento entre 60 y 70° hacia el Nor-oeste, la mineralización que se puede observar a partir de una serie de galerías exploratorias realizadas son: Cuarzo, turmalina, pirita, magnetita y limonita con cantidades menores de calcopirita y arsenopirita, con una ley promedio de 4.7 gr/Ton (Laboratorio UTPL); no fue posible observar presencia de oro visible en muestra de mano, es más frecuente observarlo en material observado y meteorizado en la parte superficial del cuerpo

de brecha, en las vetas se observa bolsonadas de fragmentos angulosos con el mineral común Tonalita.

2.6 RESERVAS.

Las reservas es la cantidad total de mineral útil que hay en un yacimiento. La cantidad de reservas de un yacimiento, es uno de los factores principales que determinan la importancia económica del mismo, tiene influencia directa en la productividad, rentabilidad y progreso de la empresa.

Los métodos de cálculo de reservas se basan en la división del cuerpo mineral en sectores que se pueden aproximar a un determinado cuerpo geométrico; por el área de cada sector Por ser el oro el mineral de mayor interés económico en el mercado nacional e internacional, las reservas minerales del área minera “La Tigra” se refieren exclusivamente a este mineral.

2.7 ESTRUCTURAS Y MACIZOS ROCOSOS.

En el yacimiento se pueden observar afloramientos del mineral (granodiorita) el mismo que se encuentra meteorizado en su mayor parte. Se debe indicar que en otros sectores el mineral se lo encuentra más compacto en donde se deberá aplicar arranque por medio de voladura. Según el análisis mineralógico la ley mineral del oro es de 4,7 gr/ton; cobre 257,80 gr/ton, plata no se determina,(ver anexos análisis mineralógico): Debemos indicar que el mineral de interés es el oro debido a que los procesos de recuperación están alcance de la compañía.

La principal estructura lo constituye las fallas Bulubulu y la del río Tenguel El macizo rocoso está formado de cuarzo con una composición de granodiorita con dureza 7. Las discordancias solo delimitan una transición entre el suelo y el cuarzo.

El macizo rocoso presenta una intensa alteración en forma de stockworks, formado por una brecha volcánica la que está orientada de noroeste a sureste con un buzamiento de 60° a 70° noroeste.

2.7.1 Especificaciones de granodiorita en el área minera concesionada.

Al determinar las especificaciones de la roca a explotar, en el sector se ejecuto un muestreo de los frentes libres lo que permitió determinar el volumen y la calidad del material. Las propiedades, estructura y composición del oro tienen importancia fundamental en el desarrollo de las actividades mineras. En el área minera La Tigrera se determino la presencia de cuarzo de color café oscuro, formando un bloque rocoso, con una resistencia media; se definen estructuras y texturas anteriormente indicadas.

2.7.2 Estimación de Reservas.

Los recursos minerales que se encuentran en yacimientos se consideran como reservas minerales. Estas son de mucha importancia ya que de ellas dependen la rentabilidad o no de un proyecto minero.

Una vez procesados los resultados obtenidos de laboratorio podrán obtener las reservas minerales. El proceso consiste en estimar con el mínimo de error posible, la cantidad de mineral de oro que se puede extraer.

El área en estudio como reservas ha sido objeto de muchos estudios, llegándose a contornear el sector de interés en base a las galerías y trincheras exploratorias existentes.

Para conocer el volumen del cuerpo irregular se calcula en tramos a partir de cada línea envolvente o curva de nivel del cuerpo mineralizado, el área menor entre estas dos superficies se la multiplica por la altura (diferencia de cotas) para obtener el volumen de este intervalo, y él un medio de la diferencia de las superficie calculadas multiplicadas por la misma altura es un volumen de incremento al inicialmente calculado, es decir: el volumen de un cuerpo irregular es igual a un medio de la altura multiplicado por la sumatoria de las áreas desde la primera cota $i=1$ hasta $i=n$ de la última cota calculada, o de un tramo: figura 1

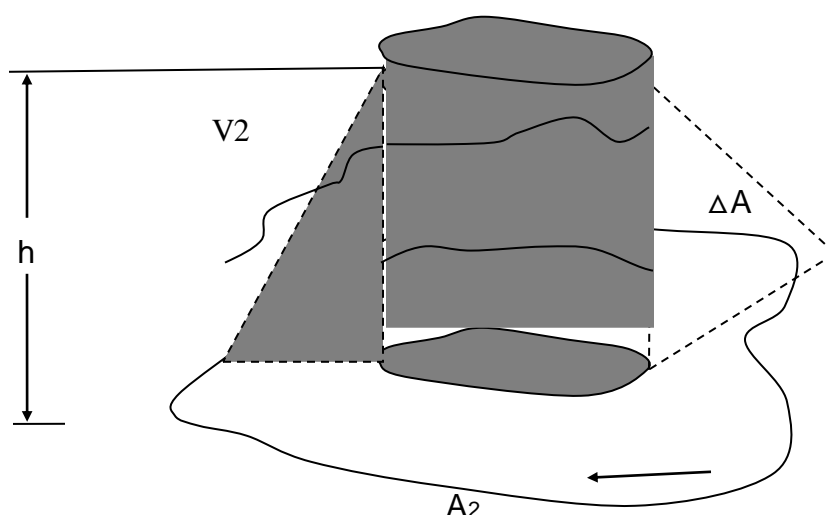


Figura 1. Bloque para el cálculo de reservas

$$V_1 = A_1 * h$$

$$\Delta V_1 = A_2 - A_1'$$

$$V_2 = \frac{\Delta A * h}{2}$$

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$A_1 = A_1'$$

$$V_T = (2A_1 * h + A_2 * h - A_1 * h) / 2$$

$$V = \frac{1}{2} h (A_1 + A_2)$$

$$V_T = \frac{1}{2} h \left(\sum_{i=l}^{i=n} A_1 + A_2 \right)$$

La superficie evaluada como reservas probadas consta 10554 m² dando un volumen de reservas de 151256 m³, y una prospección de reservas probables de B1 en un área de 7 673 m² y B2 de 13 581m² dando un volumen de 231 722.5 m³.

Hay que recalcar que el área ha sido explotada en una superficie de 542m² con volumen explotado aproximadamente de 900 m³. Véase cuadro 2

Cuadro 2. Reservas probadas, probables y volumen explotado

RESERVAS	AREA 1 (m ²)	AREA 2 (m ²)	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)
PROBADAS	10554	250	1609-1638	28	151256
PROBABLES	B1 7673		1580-1605	25	95912.5
	B213581		1590-1610	20	135810.0
EXPLOTADA	542	40 x 6	1609-1619	10	900.0

Tiempo de vida del Proyecto.

El tiempo de duración del proyecto depende de las reservas del yacimiento y la intensidad de la explotación, para determinar la vida de la actividad minera del área se puede referenciar con los cálculos de la producción planificada de 40 ton/día, (106.8 m³)

$$Tv = \frac{\text{Reservas Estimadas}}{\text{Volumen de producción anual}}$$

$$Tv = \frac{382978.5m^3}{36191.85m^3}$$

$$Tv = 10.58 \text{ años}$$

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN MINERO TÉCNICA DEL YACIMIENTO

El área de interés para la explotación luego de una serie de fases de exploración se determino una anomalía específica de 164 m de largo y 192 m de ancho en superficie, el yacimiento presenta una intensa alteración; es un stockwork relacionado con una chimenea de brecha, la cual fue erosionada a partir del cuaternario, las estructuras tienen una orientación aproximada NNE – SSO y un buzamiento entre 60 y 70° hacia el Nor-oeste, la mineralización que se puede observar a partir de una serie de galerías exploratorias realizadas son: Cuarzo, turmalina, pirita, magnetita y limonita con cantidades menores de calcopirita y arsenopirita, no fue posible observar presencia de oro visible en muestra de mano, es más frecuente observarlo en material observado y meteorizado en la parte superficial del cuerpo de brecha, en las vetas se observa bolsonadas de fragmentos angulosos con el mineral común Tonalita.

3.1 PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL YACIMIENTO Y DEL MINERAL.

Las rocas y los minerales, como todo cuerpo, tienen propiedades físicas, mecánicas, térmicas, acústicas, etc. Las más utilizadas actualmente en la minería son las propiedades másicas (cantidad de materia que contiene un cuerpo), es decir aquellas como la densidad, el peso volumétrico, porosidad, entre otras dependen de la masa, composición y de su constitución, y las propiedades físico – mecánicas; es decir, aquellas como la dureza, resistencia, elasticidad, plasticidad y la reología depende de la acción de fuerzas externas sobre las rocas. Las características físicas – mecánicas de las rocas fueron determinadas en laboratorio, el cual para determinar su valor se ocupó los siguientes procedimientos:

3.1.1 Dureza.

Es la resistencia que pone una roca a la introducción de un cuerpo extraño que no adquiere deformación remanente. La dureza de los minerales se determina de acuerdo a la Escala de Mohs.

La **escala de Mohs** es una relación de diez materiales ordenados en función de su dureza, de menor a mayor. Se utiliza como referencia de la dureza de una sustancia. Fue propuesta por el geólogo Friedrich Mohs y se basa en el principio que una sustancia dura puede rayar a una sustancia más blanda, pero no es posible lo contrario.

Mohs eligió diez minerales a los que atribuyó un determinado grado de dureza en su escala empezando con el talco, que recibió el número 1, y terminando con el diamante, al que asignó el número 10. (Cuadro 3)

Cada mineral raya a los que tienen un número inferior a él, y es rayado por los que tienen un número igual o mayor al suyo.

Cuadro 3 Escala de valores de Mohs

Dureza	Mineral	Comentario	Composición química
1	<u>Talco</u>	Se puede rayar fácilmente con la uña	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	<u>Yeso</u>	Se puede rayar con la uña con más dificultad	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	<u>Calcita</u>	Se puede rayar con una moneda de cobre	$CaCO_3$
4	<u>Fluorita</u>	Se puede rayar con un cuchillo de acero	CaF_2
5	<u>Apatito</u>	Se puede rayar difícilmente con un cuchillo	$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$
6	<u>Ortoclasa</u>	Se puede rayar con una lija para acero	$KAlSi_3O_8$
7	<u>Cuarzo</u>	Raya el vidrio	SiO_2
8	<u>Topacio</u>	Rayado por herramientas de carburo de Tungsteno	$Al_2SiO_4(OH, F)_2$
9	<u>Corindón</u>	Rayado por herramientas de carburo de Silicio	Al_2O_3

10	<u>Diamante</u>	Es el mineral natural más duro y uno de los más codiciados.	<u>C</u>
----	-----------------	---	----------

Por no guardar la misma proporción en los intervalos se han establecido otras escalas de dureza, basadas en otros métodos, aunque la escala de Mohs aún se aplica en geología debido a su sencillez y facilidad para estimar la dureza de los minerales con medios simples.

Para determinar la dureza de las rocas el profesor Protodyakonov (Cuadro 4) hizo una clasificación, en la cual todas las rocas se dividen en diez categorías.

Cuadro 4 Clasificación de las rocas del Profesor M.M. Protodyakonov.

Categoría	Tipo de rocas	Coefficiente fortaleza
I	Los basaltos y cuarcitas más fuertes, viscosas y densos y otras rocas similares	20
II	Rocas graníticas muy fuertes, esquistos, cuarcitas y algunas calizas	15
III	Granitos, calizas y areniscas mineral de hierro	10
IIIa	Calizas, granitos, mármol y dolomita	8
IV	Areniscas y mineral de hierro	6
IVa	Esquistos arenosos, areniscas	5
V	Esquistos arcillosos, calizas, areniscas, conglomerados débiles	4
Va	Esquistos débiles y margas densas	3
VI	Esquistos débiles, areniscas muy blandas, Creta, sal, yeso, antracita.	2
Vla		1,5

VII	Terreno de cascajo, esquistos, carbón arcilla endurecida.	1,0
VIIa	Arcilla, carbón, suelos arcillosos	0,8
VIII	Arcilla arenosa débil, grava, loess	0,6
IX	Tierra vegetal, tierra arcillosa, arena seca	0,5
X	Arena, grava blanda, carbón extraído	0,3
	Terreno movedizo, terreno cenagoso	

De acuerdo a los análisis de las rocas se tiene que la dureza de las rocas de la Granodiorita meteorizada es 4

3.1.2 Peso Específico.

Es la relación que existe entre su peso y el volumen que ocupa su parte sólida, el método empleado para el efecto es el denominado Picnómetro. La magnitud del peso específico se la puede determinar por la siguiente fórmula: (cuadro 5)

$$G = \frac{m - p}{W + m - p - s} \delta H_2O$$

Donde:

G: Peso de la roca en estado natural

m: Peso del picnómetro con el mineral triturado

p: Peso del picnómetro vacío

W: Peso del picnómetro con agua destilada

s: Peso del picnómetro con el mineral y agua destilada

3.1.3 Peso Volumétrico.

Es la relación existente entre su peso y el volumen que ocupa. Se lo determina por la siguiente expresión matemática. (Cuadro 5)

$$Pv = \frac{G}{V}$$

Donde:

V: Volumen de la muestra

3.1.4 Porosidad.

Es el espacio total de poros existentes dentro de la roca dura en estado seco, y para su determinación se emplea el método de saturación. Se la establece por la siguiente expresión: (cuadro 5)

$$Kp = \frac{Pe - Pv}{Pe} * 100$$

Donde:

Pv: Peso volumétrico

Pe. Peso específico

3.1.5 Resistencia a la compresión.

Es la oposición que presentan las rocas a su destrucción al aplicarle una fuerza por unidad de superficie, el método empleado para éste efecto es el del Prensamiento. Se determina por la siguiente expresión matemática: (cuadro 5)

$$Rc = \frac{Pmax}{Fo}$$

Donde:

Pmax: Carga máxima sobre la muestra en el momento de su destrucción,

Fo: Área transversal de la muestra.

3.1.6 Coeficiente de Esponjamiento.

Es la relación existente entre el volumen de roca en el macizo rocoso y el volumen de roca extraída del mismo, con uso de cualquier método de arranque. En este caso, según datos experimentales dados en el documento de Mecánica de Rocas del Dr. H. Sosa; el coeficiente de esponjamiento de la granodiorita es 1.33 (cuadro 5)

3.1.7 Humedad

Es la cantidad de agua que se encuentra entre los poros o grietas del macizo. Se determina por la expresión:

$$W = \frac{M1 - M2}{M2} * 100$$

Dónde.

M1: Masa de la muestra húmeda.

M2: Masa de la muestra seca

Cuadro 5 Características Físico Mecánicas de las rocas

Características Físico Mecánicas del Mineral	
Peso Específico	2,67 gr/cm ³
Peso Volumétrico	2,39 gr/cm ³
Porosidad	31,12%
Resistencia a la compresión	83,14 Kg/cm ²
Resistencia a la tracción	3.88 Kg/cm ²
Resistencia a la cizalla	11.15Kg/cm ²
Coefficiente de Esponjamiento	1.3
Humedad	20,2%

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos Escuela Politécnica Nacional

CAPITULO IV

DESTAPE Y PREPARACIÓN

Un importante índice de la efectividad de los trabajos mineros a cielo abierto es la relación de los volúmenes de rocas de destape y de mineral extraídos en determinadas escalas en diferentes etapas de la actividad de la cantera.

La cantidad de rocas de destape en metros cúbicos o toneladas por metro cúbico o tonelada de mineral se llama coeficiente destape (k).

Se diferencian el coeficiente en volumen y el coeficiente en peso, en dependencia de si las rocas de destape y mineral se miden en m³ o en toneladas. A veces el coeficiente de destape se mide por la relación entre el volumen de las rocas de destape y una tonelada de mineral (m³/t).

4.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE DESTAPE Y PREPARACIÓN

Debido a la escasa vegetación existentes, los trabajos de desbroce y limpieza del área se realiza manualmente, talando los árboles con una moto sierra en caso de ser necesario su empleo, la madera es utilizada para construir cercas y en los hogares como leña

El contacto entre el mineral y el estéril es muy evidente por lo que impide que el mineral tenga una dilución considerable, de la misma forma en el yacimiento no existe la presencia de agua superficial ni subterránea, por lo que permitirá trabajar en las diferentes etapas de explotación sin dificultad.

Existe un banco de 5 m de altura y una plataforma de trabajo de 4 m de ancho. En la actualidad el destape y la preparación de la mina se lo hacen de una manera anti técnica. La explotación de minerales en el Área minera La Tigra se la realiza de manera manual empleando herramientas como: carretillas, picos, cuñas y combos; por lo que el volumen de extracción en la actualidad es de alrededor 15 Ton/día; para esta actividad se emplea 15 obreros los que se encargan de extraer, cargar y transportar el mineral desde el frente de explotación hasta el winche. A su vez el transporte del mineral se lo realiza empleando un winche hasta el canchón de recepción del mineral. Véase anexo fotos de transporte del mineral.

Cabe indicar que este yacimiento ya fue trabajado en la explotación de oro en años anteriores, por lo que se puede evidenciar que los trabajos desarrollados de destape no tienen ningún aporte técnico en su ejecución, sino de forma inadecuada y artesanal.

4.2 ALTERNATIVAS DE DESTAPE Y PREPARACIÓN

Los trabajos mineros de destape o apertura consisten en el laboreo y equipamiento de las excavaciones. El tipo de excavaciones mineras determinan el método de destape de horizontes de trabajo.

Los factores fundamentales que influyen sobre los índices técnicos – económicos del destape son el número y el volumen de las excavaciones y los gastos para su laboreo y equipamiento, el tiempo de apertura de los diferentes horizontes, el plazo de construcción de toda la cantera, la distancia de transportación, los gastos para este proceso productivo, entre otros.

El destape del yacimiento debe asegurar el funcionamiento normal de los flujos de carga que se tendrán en la cantera.

4.3 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE DESTAPE Y PREPARACIÓN

Dadas las condiciones físico mecánicas de la capa vegetal existente en el yacimiento, la topografía del área, la ubicación del yacimiento, sus características geológicas que es un stockwork es decir presenta mineralización en todo el

macizo, por lo que, para el destape se consideró que se debía extraer con la excavadora la capa vegetal que tiene una potencia media de 30 cm. Por lo que el destape se lo realizará en bloques de 80 m de largo por 15 m de ancho, multiplicado por la potencia antes indicada se tendrán 360 m³ de capa vegetal que serán colocados en las escombreras internas que luego que concluya la fase de explotación será devuelta a su lugar. Debido a la escasa vegetación existente, los trabajos de desbroce y limpieza del área se los realizará manualmente como se los ha venido haciendo, talando los árboles con una moto sierra.

Con lo planteado aseguramos una alta seguridad de los trabajos de la cantera y un gasto mínimo de las labores de destape; ya que la explotación actual se la realiza de una forma artesanal y anti-técnica, en donde no existen una planificación y organización de las labores mineras, lo que conlleva a un bajo aprovechamiento del mineral.

CAPITULO V

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES A REALIZARSE

El proyecto de explotación de los minerales metálicos de una manera técnica y ambientalmente responsable aplicando métodos adecuados reconocidos a nivel internacional, para lo cual se efectuara una serie de actividades básicas las mismas que se desarrollaran de acuerdo a un orden cronológico, a su vez éstas permitirán cumplir con la producción planificada bajo un empleo racional de los recursos naturales, entre las actividades a desarrollarse tenemos:

- Adecuación y mantenimiento de estructuras.
- Explotación del mineral
- Beneficio y tratamiento del mineral

ADECUACION Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA

La construcción de las obras de infraestructura constituye uno de los primeros pasos en la toma de decisiones para llevar a efecto el desarrollo de en proyecto minero, sin embargo la compañía minera La Tigra ya dispone de infraestructura por lo que se detallará la existente y la que se requiera para la ejecución del presente proyecto.

INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE: La infraestructura que se dispone es de construcción mixta; madera, bloque piso de concreto y cubierta de zinc, todas disponen de electricidad. (Ver Mapa N° 9 Levantamiento del Campamento).

DORMITORIOS: Se encuentran distribuidos en 4 infraestructuras individuales, todas tienen las mismas características de construcción piso y paredes de madera con techo de zinc, cada una cubre un área de 21,76 m², para albergar alrededor de 50 personas.

COMEDOR: Está construido totalmente con bloque y cemento, paredes enlucidas techo de zinc, aquí se dispone de un área de cocina y el salón de comedor con mesas y sillas.

OFICINAS TÉCNICOS ADMINISTRATIVAS: Su construcción tiene las mismas características del comedor con una superficie aproximada de 30 m², es un área compartida con una oficina y un baño, esta infraestructura se encuentra a 120 metros de las instalaciones del campamento.

BODEGA: La bodega tiene una superficie de 12,5 x 17 m y 3 m de altura, está construida de paredes y pisos de madera, en esta se dispone de materiales y herramientas que sirven para la extracción del mineral, como en el mantenimiento de equipos.

LETRINAS: Se dispone de cuatro letrinas sanitarias con una construcción aproximada de 6 m² ubicadas una al interior del comedor, otra en la oficina y dos comunes en el sitio de dormitorios.

POSO SEPTICO: El campamento dispone de un poso séptico de 3 x 3 m y 3 m de profundidad, tapa de cemento.

FOSA SANITARIA: Está ubicada detrás del comedor sus características de construcción es un pozo de 1,5 x 1,5 m y 2 m de profundidad, utilizado como relleno sanitario, donde se depositan los desechos biodegradables.

PISCINAS DE COLAS: Se dispone de dos piscinas de acumulación de arenas (decantación), las mismas que están llenas en un 65 %,

INFRAESTRUCTURA REQUERIDA EN EL PROYECTO

En el área minera “la Tigrera” hace más de una década se ha venido realizando numerosos estudios en actividades de prospección y exploración por lo que en el sitio ya existen infraestructuras antes mencionadas para el desarrollo del proyecto de explotación. El agua que será empleada en los procesos de molienda, gravimétricos y para los servicios que requiere el campamento es abastecida desde la quebrada Palmal y captada en un tanque reservorio de 8 x 4,5 m con capacidad de 36 m³ por medio de una manguera de 4 pulgadas.

El campamento cuenta con energía eléctrica del Sistema nacional Interconectado administrado por el Cantón Pasaje, con respecto a la atención médica no se dispone en el campamento, por lo que se debe dotar de un botiquín con medicamentos básicos para primeros auxilios.

5.1 PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ALTERNATIVAS

Para la explotación de minerales metálicos (oro) se requiere delimitar el área a explotar, la misma que está definida por la geometría del yacimiento y por las características de mineralización entre otros; como parámetros y factores necesarios para la selección adecuada del sistema de explotación tomamos todos aquellos que sean necesarios para obtener la producción planificada como: costos de producción, aprovechamiento racional del volumen del mineral a obtenerse y características de la maquinaria disponible. La correcta selección del sistema a elegirse asegura una alta efectividad en la extracción del mineral, esta selección se realiza considerando dos aspectos: factores que competen el depósito clasificado en primarios y secundarios, los cuales están relacionados entre sí; y clasificación del sistema de explotación según el profesor E. F. SHENSKO. Las características de cada aspecto se detallan a continuación:

5.1.1 FACTORES QUE DETERMINAN LA ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Todas las clasificaciones propuestas por los diferentes autores en épocas distintas, sobre los sistemas de explotación a cielo abierto, pueden ser divididas en dos grupos fundamentales:

- La clasificación en la cual los sistemas de explotación a cielo abierto se diferencian por el método de efectuar los trabajos de destape y el método de desplazamiento de las rocas estériles hacia las escombreras.

- La clasificación en la cual los sistemas de explotación a cielo abierto se diferencian en dependencia del orden en que se realizan los trabajos de preparación, arranque, dirección de avance del frente y los métodos de destape.

La desventaja de este grupo de clasificaciones está, en que aquellos no toman en cuenta el volumen y orden de realizar los trabajos de preparación. Cuadro 5

Cuadro 5 Factores que inciden en la elección del sistema de explotación

FACTORES PRIMARIOS	FACTORES SECUNDARIOS
<ul style="list-style-type: none"> • Forma y tipo del depósito • Su magnitud • Propiedades físico mecánicas del material a extraerse • Profundidad del depósito • Reservas • Producción • Tiempo de vida • Costos de explotación • Tipo y calidad del material requerido • Seguridad minera, para personal y equipos a emplearse • Condiciones geológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio del material en el mercado. • Factores topográficos, hidrográficos y climáticos. • Situación del área minera con respecto a otras áreas. • Posibilidad de suministros, clase, calidad, precios de materiales. • Avance en el avance y extracción • Cantidad de personal secundario, su capacidad física e intelectual. • Posibilidad de transportar a los puntos de explotación las herramientas necesarias. • Gastos mínimos requeridos para los trabajos de extracción. • Maquinaria disponible para la carga y transporte.

de orientación del depósito	
-----------------------------	--

5.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN SEGÚN EL PROFESOR SHENSHKO.

Para seleccionar el método o sistema de explotación se seguirá la clasificación propuesta por los soviéticos E. Shesko y Acad N. V., que se sintetizan en la siguiente tabla: Cuadro 6

Cuadro 6 Clasificación de los Sistemas de Explotación propuesta por E. Shesko y Acad N. V

GRUPOS DE SISTEMA DE EXPLOTACION	SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN	DESIGNACION CONVECIONAL
A Con transbordo de estéril a la escombrera por medio de excavadoras o escombros transbordadoras. (deslizamiento transversal) o sin transporte	Con transbordo directo del material estéril.	A-1
	Con transbordo múltiple del estéril por excavadoras.	A-2
	Con transbordo del estéril por medio de escombros transbordadores	A-3
B	Con acarreo del	

Con acarreo del estéril a la escombrera con ayuda de medios de transporte (deslizamiento longitudinal) o con transporte	estéril:	B-4
	A la escombrera interior.	B-5
	A la escombrera exterior.	B-6
Continuación...		
	(interior y exterior)	
C Con acarreo y transbordo de estéril a la escombrera (deslizamiento transversal y longitudinal o métodos combinados)	Con acarreo parcial de estéril a las escombreras interiores o exteriores.	C-7
	Con transbordo parcial del estéril a las escombreras interiores.	C-8
A-0 Con pequeño volumen de trabajos de destape, cuando el desplazamiento del estéril a la escombrera no tiene significado		A-0

5.2 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Se denomina al conjunto de métodos seguros y económicos para realizar los trabajos mineros de preparación, destape y extracción, que permitan cumplir con la producción planificada para la cantera, bajo el empleo racional de las reservas recuperables del yacimiento.

La elección del sistema de explotación a cielo abierto, asegura una alta efectividad de explotación del yacimiento, y determina la elección de maquinaria para el transporte, así como también de los índices técnico-económicos de trabajo en las canteras.

Después del análisis comparativo entre los sistemas de explotación y tomando en consideración la situación de los trabajos mineros realizados hasta la actualidad se ha escogido el “**Sistema de explotación a Cielo Abierto**”, mientras que de acuerdo con la clasificación del profesor E. F. Shenshko, el sistema de explotación elegido corresponde al designado convencionalmente como **A-0 “Con pequeño volumen de trabajos de destape, cuando el desplazamiento del estéril a la escombrera no tiene significado**”, el mismo que se adapta a las condiciones del área, por cuanto los trabajos de destape son mínimos y el aprovechamiento del mineral útil será en su totalidad entrando a una extracción directa del mismo.

Las condiciones del yacimiento permiten que se pueda aprovechar todo el mineral y extraer mediante bancos de modo que la mina dará una dirección de avance del frente de trabajo conjuntamente con la dirección de avance del campo de la mina como se visualiza en el esquema adjunto: Figura 2

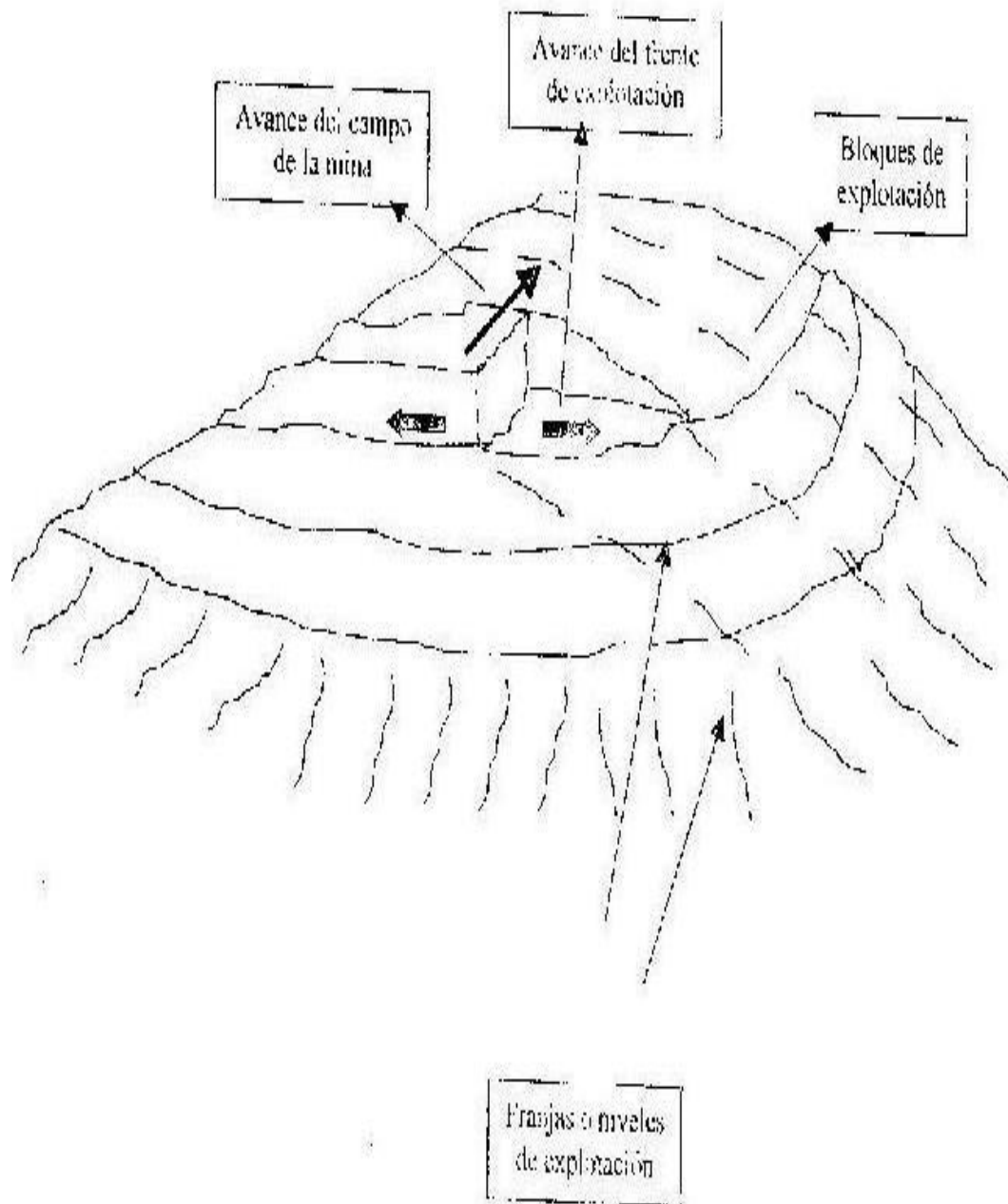


Figura 2 Diseño del sistema de explotación

5.2.1 FLUJOGRAMA DE LOS PROCESOS DE EXPLOTACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL ORO (Figura 3)

RETIRO DE SOBRECARGA

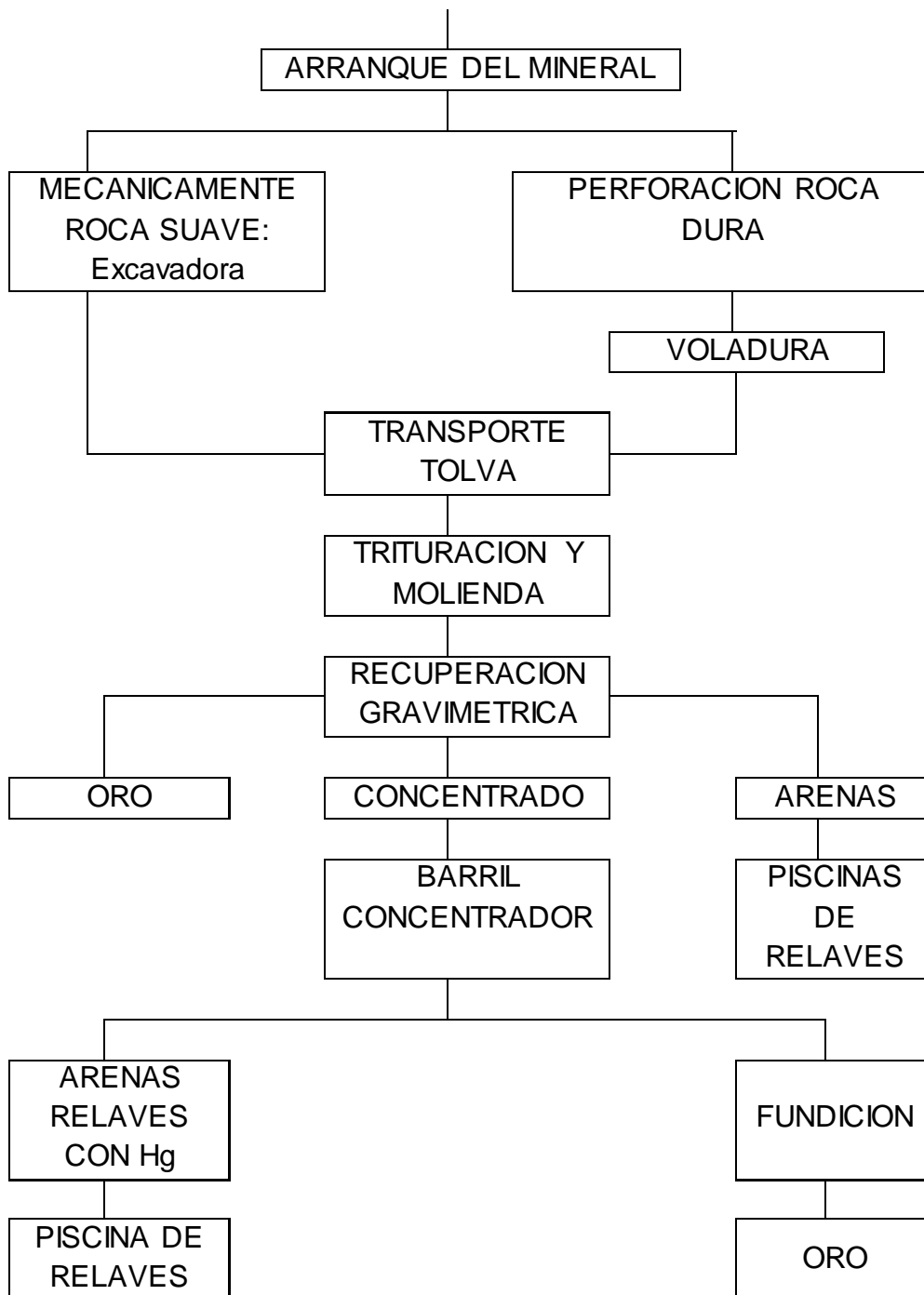


Figura 3 Flujo de los procesos de explotación y recuperación del oro

5.2.2 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS GEOMÉTRICOS DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN (Véase Mapa N° 10 Esquema de Bancos de Explotación)

5.2.2.1 ALTURA DEL DEPÓSITO EVALUADO (H)

Se ha establecido como límite superior de la mina la cota más alta del campo de la zona mineralizada, la cota 1644 m.s.n.m. y como límite inferior la cota 1590 m.s.n.m. Para fines de cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$H = N_s - N_i$$

H: Altura del yacimiento a explotar; m

N_s: Cota del límite superior del yacimiento; m

N_i: Cota del límite inferior del yacimiento; m

$$H = 1644 \text{ m} - 1590 \text{ m}$$

$$H = 54 \text{ m}$$

5.2.2.2 ALTURA DEL BANCO (H_b)

Esta altura debe dar seguridad a los todos los trabajos mineros, bajo un gasto mínimo en la explotación del yacimiento. La altura del banco por lo general se establece de acuerdo a las dimensiones y características de los equipos a emplearse y de las propiedades físico – mecánicas de la roca. Bajo esta experiencia y en función de las características de explotación se calculara la altura del banco que garanticen la estabilidad y la extracción mecánica del mineral por bancos descendentes que según el coeficiente de resistencia para granodiorita

meteorizada pero compacta se puede establecer en $f = 4$; garantizando un talud de hasta 15 m con un ángulo de 70° .

La altura del banco en base a una excavadora con un brazo de 12 m con un rendimiento del 85% de su alcance, tenemos:

$$H_b = C_e \times h_{brz}$$

Donde:

H_b : Altura del banco, m

h_{brz} : Longitud del brazo de la excavadora, m

C_e : Coeficiente de eficiencia de altura de la excavadora.

$$H_b = 0.85 \times 12 \text{ m}$$

$$H_b = 10.20 \text{ m}$$

$$H_b = 10 \text{ m}$$

5.2.2.3 ÁNGULO DE TALUD DE LOS BANCOS (β)

Para los bancos de trabajo se debe asegurar la estabilidad temporal de los mismos y la de los bancos en receso una estabilidad de larga duración, la estabilidad de larga duración se la consigue dejando el ángulo de talud del banco igual al ángulo de talud natural de las rocas.

Los ángulos de taludes estables en la mayoría de los casos por práctica se toman en forma aproximada basándose en la experiencia obtenida en el mantenimiento de los bordes para condiciones semejantes: ángulos para los taludes de los bordes en receso (grados) y cuando la profundidad es de: (cuadro 7)

Cuadro 7 Ángulo de talud de los bancos

Coefficiente de Protodiakonov	Hasta 90 metros	180 metros	240 metros	Mayor 300 metros
15 - 20	60 – 68	57 – 65	53 – 60	48 – 54
08 – 14	50 – 60	48 – 57	45 – 53	42 – 48
03 – 07	43 – 50	41 – 48	39 – 45	36 – 43
01 - 02	30 – 43	28 – 41	26 – 39	24 – 36

Para determinar el ángulo de talud se ha tomado en cuenta las propiedades físico – mecánicas de las rocas, para este caso el coeficiente de resistencia según Protodiakonov para granodiorita meteorizada se puede establecer en $f = 4$

$$\beta = \arctan (f); ^\circ$$

$$\beta = \arctan 4$$

$$\beta = 75.96^\circ$$

Matemáticamente el ángulo de talud de los bancos es $75,96^\circ$, pero con el objeto de asegurar la integridad física de los trabajadores debido a que la extracción se la realiza mecánicamente a manera de desbanques y estar dentro de la normativa ambiental se ha considerado un coeficiente de seguridad de 2 dándonos un ángulo de talud de 60°

5.2.2.4 ÁNGULO DE LIQUIDACIÓN DEL BORDE DE LA MINA (β_1)

Para determinar el ángulo de inclinación del borde de la mina se baso principalmente en las propiedades físico – mecánicas de las rocas del mineral.

$$\beta_1 = \arctan \frac{H}{Nb * Hb \cot \beta + Bbt * Nbt}; \text{ grados}$$

Donde:

H: Altura del yacimiento; m

Nb: Número de bancos

Hb: Altura del banco

β : Ángulo de talud del banco

Bbt: Ancho de la berma;

Nbt: Número de bermas

Entonces:

$$Nb = \frac{H}{Hb}$$

$$Nb = \frac{54}{10}$$

$$Nb = 5 \text{ bancos}$$

$$Bbt = (1,3 - 2) P$$

Donde:

(1,3 – 2): Constante

P: Ancho de la plataforma para el trabajo; 2m

$$Bbt = 1,3 \times 2$$

$$Bbt = 2,6 \text{ m}$$

$$Nbt = Nb - 1$$

$$Nbt = 4$$

Por lo que:

$$\beta_1 = \arctan \frac{H}{Nb * Hbcotg\beta + Bbt * Nbt}; \text{grados}$$

$$\beta_1 = \arctan \frac{54}{5 * 10cotg76 + 2,6 * 4}; \text{grados}$$

$$\beta_1 = 65.05^\circ$$

5.2.2.5 ANCHO MÍNIMO DE LA PLATAFORMA DE TRABAJO Bpt)

Para el cálculo de la plataforma de trabajo de ha considerado la distancia mínima requerida para desarrollar las actividades tanto de manera manual y la disposición de los equipos para el acarreo del mineral, calculando con la siguiente expresión matemática:

$$Bpt = A + C1 + O + b; \text{ m}$$

Donde:

A: Distancia de seguridad desde el talud; m

C: Ancho de la vía para los carros de la mina; m

O: Distancia de reserva; m

b: Ancho del prisma de deslizamiento; m

$$b = Hb/\tan \beta$$

$$b = 10/\tan 76$$

$$b = 2,5 \text{ m}$$

Reemplazando:

$$B_{pt} = 1\text{m} + 1,5\text{m} + 1\text{m} + 2,5\text{m}$$

$$B_{pt} = 6 \text{ m}$$

5.2.2.6 ÁNGULO DE TALUD DE BORDE DE TRABAJO (θ)

$$\theta = \arctan \frac{Hb}{Hb \operatorname{ctg} \beta + B_{pt}}; \text{grados}$$

$$\theta = \arctan \frac{10}{10 \operatorname{ctg} 76 + 5,7}; \text{grados}$$

$$\theta = 50,64^\circ$$

5.2.2.7 ESQUEMA DE LA PLATAFORMA DE TRABAJOS (B_{pt})(figura 4)

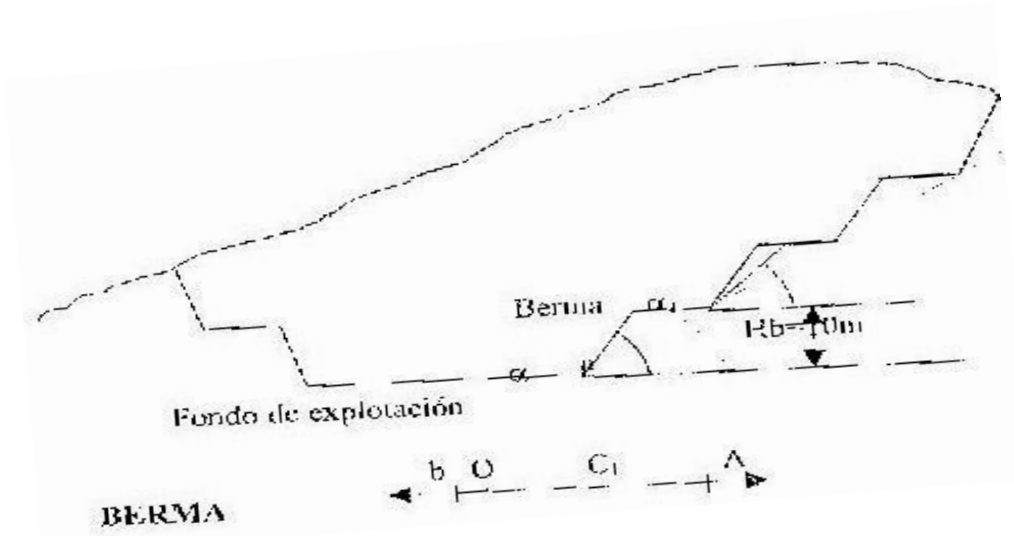


Figura 4

Esquema de la plataforma de trabajo

5.3 PASAPORTE DE PERFORACIÓN Y VOLADURA (para lugares en donde la roca no está meteorizada) (Véase Mapa N° 11 Esquema de Voladura de Bancos)

Se debe indicar que en la mayoría del yacimiento se presenta la Granodiorita meteorizada con fortaleza 4, lo que significa que el arranque se lo realiza mecánicamente o sea lo con la retroexcavadora Caterpillar Modelo 320 C; y que en ciertos sectores en los que se puede encontrar la roca granodiorita en estado consolidado se harán parches de perforación y voladura que se describe a continuación:

Para el proceso de perforación y voladura se debe tener en cuenta algunos factores que garanticen la efectividad de los trabajos de una cantera, los cuales deben garantizar un trabajo fluido y eficiente de los demás eslabones del proceso productivo, por lo que a la misma se le imponen una serie de requerimientos

tecnológicos: obtención de una fragmentación uniforme a toda la altura de la terraza; obtención de la granulometría uniforme de la masa de rocas fragmentadas; exclusión de la formación de pedazos fuera de medida; asegurar un montos de rocas compacto; buen laboreo del piso de la terraza; buen estado del paramento (que no se formen entradas o salientes); alta efectividad económica de los trabajos de voladura; asegurar una total seguridad al personal.

5.3.1 ELECCIÓN DEL TIPO DE SUSTANCIA EXPLOSIVA

Para la elección del explosivo a utilizar se consideran sus características que son fundamentalmente de las que depende la voladura, tomando en cuenta la estabilidad, impermeabilidad o no al agua, densidad, capacidad de aplicación según el coeficiente de fortaleza, capacidad de trabajo, entre otros.

La sustancia explosiva elegida como la iniciadora o carga de fondo es el explogel III debido a que es una dinamita pulverulenta sensible al fulminante No 8 con un 75% de potencia. Se usa para trabajos a cielo abierto en rocas de mediana y alta resistencia, además se usa como cebo iniciador de emulsiones y anfo. Además se eligió como sustancia de columna anfo normal por sus características, que entre otras cosas es una mezcla de nitrato de amonio con un hidrocarburo que en proporciones adecuadas da como resultado un agente de voladura que se lo utiliza como carga de columna. (Tomado de pág. web Explocem) Véase ficha técnica en anexos.

Los accesorios utilizados para la voladura son los siguientes: mecha de seguridad, fulminante ordinario No 8, cordón detonante, retardos. Todos estos productos son fabricados por Explocem (Véase ficha técnica en anexos)

5.3.2 MAXIMA DIMENSIÓN ADMISIBLE DE LOS PEDAZOS DE ROCA.

Para excavadoras:

$$d_{\max} \leq 0.75\sqrt{E_e}$$

Donde:

E_e : capacidad de la cuchara; m^3

$$d_{\max} \leq 0.74 \text{ m}$$

Para el medio de transporte:

$$d_{\max} \leq 0.5\sqrt{E_T}$$

Donde:

E_T : Capacidad del recipiente del medio de transporte

$$d_{\max} \leq 1.58 \text{ m}$$

Para las trituradoras:

$$d_{\max} \leq 0.8L_M$$

Donde:

L_M : Menor dimensión de la boca de la trituradora, m

$$d_{max} \leq 0.8L_M$$

$$d_{max} \leq 0.24 \text{ m}$$

5.3.3 DIAMETRO DEL BARRENO

Al elegir el diámetro de los barrenos hay que considerar también la productividad anual de la cantera. Normalmente en las canteras pequeñas se utilizan taladros de diámetros pequeños que oscilan entre 32 mm y 65mm para que permitan una mejor adaptación a los perfiles irregulares del terreno.

El diámetro de perforación debe tener una determinada relación con la altura de la excavación, Para este proyecto ya que se trata de una roca que esta meteorizada en la mayor parte de la concesión, se utiliza una voladura tipo parche. Se debe recalcar que se puede encontrar bloques de 2 m en los que la granodiorita está en su estado nativo por lo que utilizaremos este valor como referencia como longitud perforación.

A partir de esta premisa calcularemos el diámetro de perforación.

$$d_c = \frac{H}{60}$$

$$d_c = 33 \text{ mm}$$

Por cuestiones de que en el mercado existen barrenos con diámetros de 32 mm se utilizarán los de éste valor.

$$d_c = 32 \text{ mm}$$

5.3.4 LONGITUD DE SOBRE PERFORACIÓN

$$l_s = (9-10) d_c; \text{ m}$$

$$l_s = 0.032 \text{ m}$$

5.3.5 LONGITUD DEL BARRENO

$$L = H + l_s$$

$$L = 2.032 \text{ m}$$

5.3.6 LONGITUD DE RETACADO

$$l_r = (30-35) d_c; \text{ m}$$

$$l_r = 1,12$$

5.3.7 LONGITUD DE CARGA

$$l_c = l_{cc} + l_{cf}$$

$$l_{cf} = 2 l_s$$

$$l_{cf} = 0.064 \text{ m}$$

$$l_{cc} = L - l_r - 2 l_s$$

$$l_{cc} = 0.84 \text{ m}$$

$$l_c = 0.90 \text{ m}$$

5.3.8 LINEA DE MENOR RESISTENCIA

La línea de menor resistencia está en función del diámetro y la fortaleza de las rocas (W)

Fortaleza de las rocas	< 7	7 – 12	12 – 18	> 18
Línea de menor resistencia, m.	39d	37d	35d	33d

$$W = 1.18 \text{ m}$$

5.3.9 DISTANCIA ENTRE BARRENOS EN LA FILA (a)

$$a = m.W$$

Donde:

m: Coeficiente de aproximación de las cargas, se toma en función de la fortaleza de la roca.

Fortaleza de las rocas	< 7	7 – 12	12 – 18	> 18
Coeficiente de aproximación.	1,3	1.25	1,2	1,15

$$a = 1.48 \text{ m}$$

5.3.10 DISTANCIA ENTRE FILAS (b)

$$b = 0.85a$$

$$b = 1.26 \text{ m}$$

5.3.11 MAGNITUD DE CARGA DE SUSTANCIA EXPLOSIVA

Magnitud de carga de sustancia explosiva para la carga de fondo.

$$Q_f = \frac{\pi d^2}{4} l_{cf} \Delta_{cf}$$

Donde:

d: Diámetro del taladro; dm.

l_{cf} : Longitud de la carga de fondo; dm

Δ_{cf} : densidad de la carga de fondo; kg/dm³

$$Q_f = 0.06 \text{ Kg}$$

Magnitud de carga de sustancia explosiva para la carga de columna.

$$Q_c = \frac{\pi d^2}{4} l_{cc} \Delta_{cc}$$

Donde:

d: : Diámetro del taladro; dm.

l_{cc} : Longitud de la carga de columna; dm

Δ_{cc} : densidad de la carga de columna; kg/dm³

$$Q_c = 0.51 \text{ Kg}$$

Magnitud total de la carga

$$Q = Q_c + Q_f$$

$$Q = 0.57 \text{ Kg}$$

5.3.11 VOLÚMEN DE ROCA ARRANCADA POR CARGA

$$V = H.W.a$$

$$V = 3.49 \text{ m}^3$$

5.3.12 GASTO ESPECÍFICO DE SUSTANCIA EXPLOSIVA

$$q = \frac{Q}{V}$$

$$q = 0.16 \text{ Kg/m}^3$$

5.4 MÉTODO DE ENCENDIDO

El encendido de las cargas se realizará con mecha lenta conectada a un fulminante, el mismo que se activa por la iniciación calorífica de la mecha de fragante. Este método se lo utiliza debido a que solo se utilizará voladura en pocos sectores del macizo (figura 5)

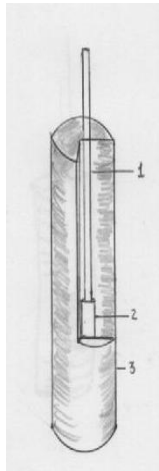


Figura 5 método de encendido

Donde:

- 1.- Mecha lenta
- 2.- Fulminante N° 8
- 3.- Explogel III

CAPITULO VI

ELECCIÓN DE LA MÁQUINAS Y EQUIPOS

Para la mecanización de los trabajos mineros se utilizan diferentes máquinas y equipos para optimizar los trabajos de acuerdo a la producción requerida, para su normal explotación del yacimiento, los mismos que van a estar en directa correlación con los parámetros de diseño de la cantera, cantidad de volumen de material rocoso a desplazar, la topografía del área y las propiedades de las rocas.

Para elegir correctamente la maquinaria y equipo es necesario conocer con exactitud las condiciones en que se va a utilizar y los objetivos que se desean alcanzar con su empleo por lo tanto para el desarrollo de los trabajos para el mineral se emplearán máquinas y equipos para el laboreo de canteras netamente específicos para trabajos mineros, distribuyéndolos de la siguiente manera:

6.1 ELECCIÓN DE LA MAQUINARIA PARA ARRANQUE

Para el arranque debido a que el mineral es una granodiorita meteorizada con fortaleza 4 se lo realizará mecánicamente con Excavadora Caterpillar modelo 320 que tiene las siguientes características: (figura 6)

Modelo	Excavadora Caterpillar 320 C
Potencia	270 HP
Capacidad cuchara	1.5 m ³
Longitud de la pluma	12 m
Velocidad de rotación	11.5 rpm



Figura 6 Excavadora CAT

6.2 PARA CARGA Y TRANSPORTE

PRODUCTIVIDAD TEÓRICA:

$$Q_t = 60 * E * N_z$$

Donde:

N_z = número de cucharas descargadas en un minuto

E = capacidad del cucharón (m^3)

T_c = tiempo que dura el ciclo (seg.)

$$N_z = \frac{60}{T_c}$$

$$N_z = \frac{1}{5}$$

$N_z = 1$ por minuto.

$$Q_t = 60 * 1.5 m^3 * 0.2$$

$$Q_t = 18 \text{ m}^3 / \text{h}$$

RENDIMIENTO TÉCNICO:

$$Q_{tec} = Q_t * \frac{K_{ll} * T_t}{K_s * [(T_t + T_p)]}$$

Donde:

K_{ll} = (0.8) coef de llenura del cucharón

T_t = Tiempo de turno/día

T_p = Tiempo de pérdida durante el trabajo

K_s = 1.33 coef de esponjamiento

$$Q_{tec} = 18 \text{ m}^3 / \text{h} * \frac{0.8 * 8h}{1.3 * [(8h + 1h)]}$$

$$Q_{tec} = 9.84 \text{ m}^3/\text{h}$$

RENDIMIENTO DE EXPLOTACIÓN:

$$Q_{ex} = Q_{tec} * T_t * K_u$$

Donde:

K_u = (0.9) coef de utilización de la cargadora

$$Q_{ex} = 9.84 \text{ m}^3/\text{h} * 8h * 0.9$$

$$Q_{ex} = 70.84 \text{ m}^3/\text{turno.}$$

NÚMERO DE CARGADORAS:

$$N_{ex} = \frac{\text{Producción / turno}}{Q_{ex}}$$

$$N_{ex} = \frac{106.8 \text{ m}^3}{70.84 \text{ m}^3}$$

$N_{ex} = 1.4 \approx$ Por lo tanto asumimos la adquisición de **1 Cargadora**.

6.2.1 CÁLCULOS DE LOS PARÁMETROS DE TRANSPORTE:

CAPACIDAD DEL VOLQUETE (q):

$$V_r = V_g * K_{ll}$$

Donde:

K_{ll}: Coeficiente de llenado del balde de la volqueta: (0.8)

V_g: Volumen del balde de la volqueta

$$V_r = 12 \text{ m}^3 * 0.8$$

$$V_r = 9.6 \text{ m}^3$$

$$q = V_r * \delta_s \text{ (Peso Volumétrico mineral)}$$

$$q = 9.6 \text{ m}^3 * 2.67$$

$$q = 25.632 \text{ Tn}$$

TIEMPO DE CICLO:

$$T_{\text{ciclo}} = T_{\text{carga}} + T_{\text{vc}} + T_{\text{tw}} + T_{\text{desc}} + T_{\text{impr}}$$

$$T_{\text{carga}} = \frac{V_r}{V_c * K_{ll}} * t_{cc \text{ arg.}}$$

$$T_{\text{carga}} = \frac{12 \text{ m}^3}{1.5 \text{ m}^3 * 0.80} * 60$$

$$T_{\text{carga}} = 600 \text{ seg} = 10 \text{ min.}$$

- T_{vc} = Tiempo de viaje cargado.
- V_c = Capacidad del cucharón.
- T_{carg} = Tiempo de la cargadora en llenar el camión.

- T_{vc} = Tiempo de viaje cargado

$$T_{vc} = 60 * \frac{\text{Long } c \text{ arg } ado}{V.de \text{ viaje } c \text{ arg } ado}$$

Donde:

Long.cargado = Distancia por recorrer.

V. de viaje cargado= Velocidad del vehículo.

$$T_{vc} = 60 * \frac{17Km}{20 Km/h}$$

$$T_{vc} = 51 \text{ min.}$$

- T_{vv} = Tiempo de viaje descargado.

$$T_{vv} = 60 * \frac{17Km}{30Km/h}$$

$$T_{vv} = 34 \text{ min.}$$

- T_{desc} = Tiempo de descarga.

$$\text{Elevación hidráulica} = 150 \text{ seg.}$$

$$\text{Bajada hidráulica} = 30 \text{ seg.}$$

$$T_{desc} = 180 \text{ seg} \approx 3 \text{ min}$$

- T_{impr} = Tiempo complementario.

Tiempo durante la carga 120 seg.

Tiempo durante la descarga 150 seg.

$T_{\text{impr}} = 4.5 \text{ min}$

$T_{\text{ciclo}} = T_{\text{carga}} + T_{\text{vc}} + T_{\text{w}} + T_{\text{desc}} + T_{\text{impr}}$

$T_{\text{ciclo}} = 10 + 51 + 34 + 3 + 4.5$

$T_{\text{ciclo}} = 102.5 \text{ min.}$

RENDIMIENTO TEÓRICO:

$$R_{\text{teor.}} = 60 * \frac{V}{\text{ciclo}}$$

Donde:

V= Volumen del balde (capacidad)

$$R_{\text{teor}} = 60 * \frac{12 \text{ m}^3}{102.5 \text{ min}}$$

$R_{\text{teor}} = 7.03 \text{ m}^3/\text{h}$

RENDIMIENTO TÉCNICO:

$$R_{\text{tecn.}} = R_{\text{teor.}} * K_s$$

Donde:

$$K_s = \frac{K_{ll}}{K_{espoj.}}$$

$$K_s = \frac{0.80}{1.3}$$

$K_s = 0.62$

$R_{\text{tecn.}} = 7.03 \text{ m}^3/\text{h} * 0.62$

$R_{\text{tecn.}} = 4.36 \text{ m}^3/\text{h}$

RENDIMIENTO PRÁCTICO:

$$R_{\text{práct.}} = R_{\text{tecn.}} \cdot N_n$$

Donde:

N_n = coeficiente de utilización del volquete (90%)

$$R_{\text{práct.}} = 4.36 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0.90$$

$$R_{\text{práct.}} = 3.93 \text{ m}^3/\text{h}.$$

RENDIMIENTO DIARIO:

$$R_{\text{diar.}} = R_{\text{práct.}} \cdot 8 \text{ h/tur.}$$

$$R_{\text{diar.}} = 3.93 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 8 \text{ h/tur.}$$

$$R_{\text{diar.}} = 31.44 \text{ m}^3/\text{día.}$$

NÚMERO DE VOLQUETES:

$$\text{Nro. De volquetes} = \frac{V. \text{ Total de mineral}}{R. \text{diar}}$$

$$\text{Nro. De volquetes} = \frac{106.8 \text{ m}^3/\text{día.}}{31.44 \text{ m}^3/\text{día.}}$$

Nro. De volquetes = 3.3; que equivaldría a 3 volquetes.

Para el cargado se lo realizará con la misma máquina de arranque descrita anteriormente. Para el transporte del mineral hacia la planta de tratamiento en la que se debe cubrir una distancia de 17 Km. se lo hará a través de tres camiones, con las características detalladas a continuación: (figura 6)

Modelo	GH – 1726
Capacidad del balde	12 m ³
Velocidad promedio debido a la vía	18 – 20 Km/h



Figura 6 Volquete HINO

6.3 ELECCIÓN DE LA PERFORADORA

Debido a las propiedades físico – mecánicas de las rocas y a su fortaleza, se utilizará una perforadora roto – percutiva; la cual se detalla a continuación: (figura 7)

Modelo	YT-27
Peso	26 Kg
Largo total	668 mm
Conexión de aire	25mm
Presión de aire	71 psi

Presión de agua	30 – 40 psi
Consumo de aire	3,3 m ³ /min
Profundidad de perforación	5 metros



Figura 7 Perforadora YT-27

6.4 ELECCION DEL COMRESOR

El compresor se lo elige de acuerdo a la necesidad de la perforadora. (figura 8)

Compresor	Deutz
Capacidad	1,9 a 5,3 m ³ /min
Presión	102 – 175 psi nominales
Tecnología:	Compresor de tornillo rotativos con inyección de aceite.



Figura 8 Compresor Deutz

OBSERVACIÓN.- La maquinaria elegida en el proyecto no es necesariamente indispensable, pero sí es la que más se adapta debido a la disponibilidad inmediata local y nacional; en base a la consideración de todos los parámetros técnico – mineros de explotación de la cantera.

CAPITULO VII

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Una correcta organización de los trabajos, se logra cuando se determina con exactitud el tiempo que ocupa cada actividad y se coordina su cumplimiento en

dicho tiempo. Para la organización es necesario establecer normas y procedimientos que sean coherentes con las actividades a realizarse.

7.1 EN TRABAJOS DE DESTAPE Y PREPARACIÓN

TRABAJOS DE DESBROCE Y REMOCIÓN DE VEGETACIÓN.

Esta actividad se la efectuará antes de las operaciones de destape, con la finalidad de dejar sin cobertura vegetal la cantera y así aprovechar la madera que resulta de la tala de los árboles. Para esta operación es necesaria la utilización de una motosierra, machetes y una cuadrilla de trabajadores. Estos trabajos se los realizarán en un tiempo no mayor a 2 días, por existir la escasa presencia de árboles y vegetación, lo que será necesaria la utilización de esta cuadrilla o personal que labora en la mina.

De igual forma se trasladará la cobertura vegetal hacia la escombrera interna donde será almacenada en un lugar específico e inamovible ya que al final del tiempo de vida de la cantera, se colocará de nuevo al lugar de donde fue extraída, por lineamientos y normas ambientales.

Conforme se desarrollen los trabajos de destape del yacimiento y de acuerdo a las condiciones que presente la cantera se optará por omitir el traslado del material por medio del volquete hacia la escombrera interna, ya que se llegará a un nivel en el que se podrá comunicar directamente el destape de la sobrecarga con la

escombrera interna, con lo que el material será transportado por medio de la excavadora hacia la misma

TRABAJOS DE LIMPIEZA DE LOS BANCOS.

En estas actividades se requerirá de la utilización de la excavadora CAT 320 C la misma que se encargará de remover los materiales acumulados en las plataformas de trabajo en las labores de destape, manteniendo en buenas condiciones los taludes y los bancos para una mayor optimización de éstas labores. El traslado del mineral hacia el lugar del almacenamiento o stock no será mayor a 15m. En caso de ser mayor ésta distancia se utilizará el volquete para el transporte del mineral.

EN LOS TRABAJOS DE PREPARACIÓN DEL YACIMIENTO.

Como se mencionó en los capítulos anteriores, el yacimiento ya ha sido elaborado con anterioridad, por lo que ya existe el acceso directo al yacimiento, lo que no es necesaria la realización de trincheras que conecten al mismo. Para las actividades de preparación del yacimiento se limitarán a la limpieza y mantenimiento de la vía de acceso al cuerpo mineral. Así mismo se llevará a cabo la limpieza del yacimiento quedando en condiciones adecuadas y factibles para obtener un mejor rendimiento en las labores de arranque del mineral. Estos trabajos se los llevará conjuntamente con la limpieza de los bancos..

7.2 EN TRABAJOS DE ARRANQUE

Una vez realizada la preparación del yacimiento y dispuesto el frente de ataque se comenzará con los trabajos de arranque, lo que permitirá en forma sistemática y ordenada efectuar el arranque del mineral útil con las dimensiones establecidas para el transporte. Para estas labores se tomó en cuenta los análisis físico – mecánicos , que se realizó al mineral (granodiorita), lo que nos permitió determinar y conocer el grado de fortaleza de la misma, procediendo posteriormente a elegir la maquina más conveniente para la extracción del mineral.

Las labores de arranque se harán mecánicamente con la ayuda de la excavadora; solamente en los sectores o lugares en donde la dureza de la roca no lo permita se hará perforación y voladura tipo parche, para esta voladura se empleará EXPLOGEL III' como iniciador del Anfo Normal, y un fulminante número 8 encendido con mecha de seguridad.

7.3 EN TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE.

Estos procesos son los encargados de trasladar el mineral desde el frente de explotación hasta el lugar en donde se encuentra la plante de tratamiento y beneficio. Para el traslado utilizaremos la cargadora CAT 320 y los camiones Hino GH, con un tiempo de 7 días por semana.

Se debe indicar que la organización y planificación de todas las labores de la cantera descritas en la explotación de oro, pueden someterse a variación de acuerdo a los requerimientos y necesidades de la demanda principalmente de la planta de tratamiento, tomando en consideración sus producciones planificadas como mínimas; por lo que la organización y coordinación de todas las actividades son un lineamiento base a seguir para todas las labores mineras a ejecutarse en la explotación del mineral.

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE DEL ESTÉRIL

TIEMPO ACTIVIDAD	DIARIO (LUNES - DOMINGO)								
	MAÑANA (HORAS)				DESCANSO	TARDE (HORAS)			
	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17
CARGADO DE MINERAL	████████████████████					████████████████████			
TRANSPORTE DE MINERAL	████████████████████					████████████████████			
DESCANSO					████████				
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					████████				

CAPITULO VIII

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO

Para el proceso de tratamiento y beneficio se emplean tres operaciones fundamentales las mismas que son: Preparación del mineral; Separación de los minerales; y Operaciones de Desagüe.

La primera etapa incluye los procesos de trituración y molienda, cuyo objetivo principal es la liberación del componente útil del estéril; por lo general el mineral sometido a preparación necesita molerse hasta 0.1 a 0,05 mm.

La segunda etapa influye las operaciones básicas, las cuales contienen procesos propiamente de beneficio de las partículas minerales: cribado, clasificación, métodos de flotación, gravitación, cianuración, especiales, entre otros.

Como tercera etapa tenemos las operaciones de desagüe que constituye el llevar los desechos de las etapas anteriores a las piscinas de decantación.

La Compañía Minera “La Tigrera” posee una planta de tratamiento y beneficio, la misma que tiene una capacidad de 40 toneladas días; esta unidad se dedica a la recuperación del oro solamente.

En cuanto al material de mina este se constituye de mineral útil (Cuarzo) y relleno (Arcillas).

8.1 Descripción del Sistema de Tratamiento y Beneficio

8.1.1 Tratamiento

Consiste en la primera etapa del proceso de beneficio de minerales, la misma que se constituye en la preparación del mineral, incluye los procesos de trituración y molienda cuyo objetivo es liberar al componente útil del estéril. Mientras mayor sea esta liberación, mayor será el grado de separación que potencialmente alcanzará las partículas de minerales. la mezcla resultante de granos libres es el producto alimentado a los procesos de separación (beneficio).

El tamaño el cual se necesita moler estará en dependencia del grano y tamaño de las concreciones de los componentes útiles y del método de beneficio a emplear; este proceso contempla dos actividades:

8.1.1.1 Cribado previo

Es la primera etapa de separación de la materia prima mineral según su granulometría esto permite evitar el paso de pedazos no condicionados a la etapa de trituración, los cuales pueden ocasionar un estancamiento de la trituradora y por consiguiente un desperdicio de energía. Este cribado es deficiente.

Para este proceso la planta emplea una criba de desbalance con un ángulo de inclinación de 15° , tiene una longitud de 2 metros y un ancho de 1 metro; este cribado se lo hace de manera manual, ocasionando problemas como: los procesos posteriores al cribado (trituradora) trabajan con periodos de interrupción debido a la mala alimentación del cribado; las trituradoras no tienen alimentación continua por lo que tienen un rendimiento bajo; alto consumo de energía y pérdida de tiempo (Véase foto 1)



Foto 1 Cribado

8.1.1.2 Trituración.

La Trituración es la destrucción de las fuerzas internas de cohesión mediante fuerzas exteriores aplicadas. Los principales objetivos de la trituración es la liberación de la masa mineral de la masa estéril, dejar la mayor superficie libre del mineral para que actúen los procesos químicos, y físico-químicos.

Generalmente, la trituración se realiza por vía seca hasta alcanzar el diámetro deseado para lograr una eficiente separación. La diferencia entre las trituradoras y los molinos radica en que en las primeras no existe un punto de contacto entre los trituradores (moledores), entre ellos tienen una cierta holgura, la cual es ocupada por el material durante el proceso de rompimiento, a esta holgura se la llama de cámara o zona de trituración.

El principio de funcionamiento en las trituradoras de mandíbulas (la que posee la compañía), es el principio de trabajo de la mandíbula de los animales cuyo mecanismo principal es la compresión y como mecanismo auxiliar es: hendimiento, desgaste y choque.

La planta cuenta con una trituradora de mandíbulas que se encuentra a continuación de la criba, en la parte inferior. La trituradora cuenta con las siguientes características: Véase foto 2

Boca de entrada	30 cm
Boca de salida	6 cm
Grado de mecanización	Totalmente mecanizada

Potencia motriz	20 HP
Tipo de energía	Motor eléctrica
Productividad	La empresa la emplea para 40 toneladas día.



foto 2 Trituradora de mandíbulas.

8.1.1.3 Molienda

La molienda es el último ciclo de reducción del tamaño; en esta operación las partículas minerales se muelen por medio del impacto y la fricción, esta se la lleva a cabo por vía húmeda.

Se denomina cinética a la regularidad de la variación de la composición granulométrica del material que se somete a la molienda, o sea, es la regularidad de la disminución de la clase gruesa de tamaño en el proceso de la molienda.

La planta cuenta con dos molinos chilenos, cuyas características se las describe a continuación y se los puede observar en la foto 3:

MOLINO 1

Grado de mecanización:	Totalmente mecanizado
Potencia motriz:	40 HP; 30 – 35 r.p.m.
Tipo de motor:	Motor eléctrico
Medio moledor:	Ruedas acero (4 ruedas)
Productividad.	La compañía lo ocupa para 25tn/día



foto 3 Molino Chileno de 4 ruedas

MOLINO 2 (foto 4)

Grado de mecanización:	Totalmente mecanizado
Potencia motriz:	35 HP; 30 – 35 rpm
Tipo de motor:	Motor eléctrico
Medio moedor:	Ruedas acero (2 ruedas)
Productividad.	La compañía lo ocupa para 15tn/día



foto 4 Molino Chileno de 2 ruedas

El tipo de carga es manual por la parte superior y la descarga es frontal por la parte inferior hacia las canaletas.

8.1.2 Beneficio

Se constituye en el segunda etapa de extracción propiamente dicha, el cual permite un conjunto de procesos y operaciones que tiene como finalidad la obtención de un producto denominado concentrado. Como resultado de la separación, se obtienen al menos dos productos; el concentrado y las colas.

Se denomina concentrado al producto cuyo componente útil, es decir, minerales valiosos es el mayor que el alimentado y cumple con las exigencias del mercado.

Se denomina colas al producto donde el contenido del componente valioso es mucho menor que al alimentado.

Los procesos que incluye el beneficio de minerales se basan en la diferencia de las propiedades físicas y físico-químicas de los minerales en dependencia de las propiedades de separación se clasifican en procesos gravitatorios (densidad); flotación (mojabilidad), cianuración (solubilidad), separación magnética, separación eléctrica, métodos especiales, entre otros.

Actualmente en la planta de tratamiento se recupera el componente valioso a través de procesos gravitatorios.

8.1.2.1 Procesos Gravitatorios.

Los procesos gravitacionales tienen un amplio uso para la separación de variedad considerable de minerales de los metales pesados. Aunque el procesamiento por gravitación tiene serias restricciones tecnológicas en cuanto a la composición granulométrica, aunque en algunos casos pueden beneficiar minerales con tamaño por debajo de los 50 micrómetros.

Los métodos gravitacionales se basan en diferencia de las densidades, el tamaño y la forma de las partículas minerales sometidas al beneficio; mientras mayor sea esta diferencia, mayor será la eficiencia de la separación. Dentro de los procesos gravitacionales se pueden citar:

Beneficio en medios densos.

Cribas pulsantes hidráulicas.

Mesas de concentración

Beneficio en canales helicoidales.

Beneficio en sluices.

Beneficio en canales.

La compañía minera La Tigra utiliza el Beneficio en Canales.

8.1.2.1.1 Beneficio en canales.

Consisten en canales hechos de cemento o madera los que tienen el piso recubierto con materiales fibrosos, detalle este que permite que las partículas libres de este se concentren con la ayuda de la adherencia, o resistencia al flujo turbulento. Los materiales fibrosos más usuales suelen ser alfombras sintéticas, o inclusive cobijas. Las canaletas son de alta productividad y poseen un alto grado de concentración.(ver foto 5)



foto 5 Canaletas

La extracción de la fracción pesada del fondo de la canaleta se realiza mediante la inyección de chorros de agua después de aumentarla inclinación del canal a más de 45° , esta operación se la realiza en forma manual. Para recuperar el oro a estas arenas sacadas de los canales se introducen en un concentrador cilíndrico en donde se lleva el proceso de amalgamación

8.1.2.2 Amalgamación.-

Es una operación que se basa en la alta densidad de los metales valiosos y las fuerzas de tensión superficial sobre la superficie del mercurio. Esta operación se basa consecuentemente en la alta afinidad del mercurio por el oro y la plata. El

concentrado de arenas producto del proceso gravimétrico son sometidos a remolienda en un barril concentrador (tipo chancha) adicionando mercurio y agua para el proceso, la recuperación de la amalgama de oro se realiza de forma manual, utilizando un platón al catear las arenas que fueron sometidas al barril concentrador; para lo cual se introducen 15 bolas de acero de 15 cm de diámetro y 20 barras de acero de 40 cm de largo con una dosificación de 1,2 onzas de Hg por 0.005 m³ de mineral por un tiempo de 2 h; como se muestra en la foto 6



foto 6 Amalgamador (Chancha)

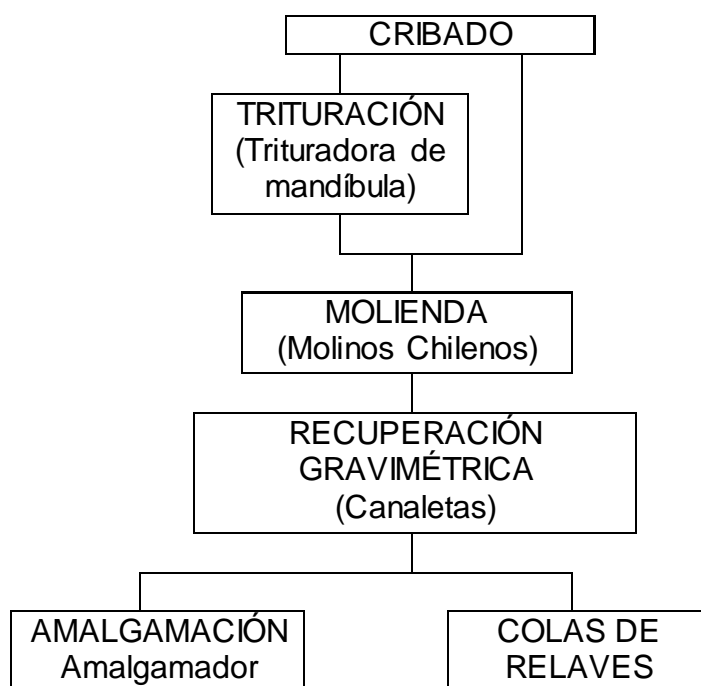
La amalgama de oro se la introducirá en una retorta con el objeto de proceder a quemarla y separar el mercurio del oro, el principio de la retorta es simple y su procedimiento en la recuperación de mercurio se basa en el calentamiento de la retorta por lo que el vapor de mercurio se condensa en forma de gotas (refrigeración en contracorriente con agua). El agua evita una próxima evaporación, el cambio brusco de temperatura provoca que el aire se sature y no pueda contener al mercurio, entonces éste precipita dentro de un recipiente con agua.

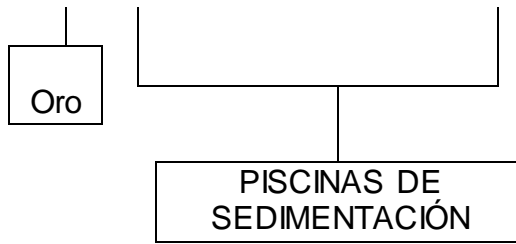
Las colas del proceso gravitatorio van a las piscinas de decantación. (Ver foto 7)



foto 7 piscinas de decantación

8.1.3 FLUJOGRAMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO





CAPITULO IX

VALORACIONES DEL IMPACTO AMBIENTAL

Las áreas de influencia directa, indirecta y social determinan los efectos reversibles e irreversibles de los componentes ambientales que se ocasionarán con el desarrollo de las actividades mineras, incluyendo aquellos factores socioeconómicos que se generan fuera del área de incidencia de los impactos sobre el medio físico y biótico.

9.1 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO

9.1.2 MEDIO FÍSICO

La descripción del medio físico involucra la caracterización de los siguientes componentes ambientales: morfología estratigrafía, suelo erosión, meteorización hidrología, cobertura del paisaje y climatología de la zona.

9.1.2 MEDIO BIÓTICO

Es importante señalar que para lograr un adecuado análisis biológico de un área determinada, se necesita hacer continuos muestreos a través del tiempo. Debido a que cuando se levantan inventarios bióticos, estos constituyen apenas el punto de partida de toda la información que se puede generar.

9.1.3 MEDIO ANTRÓPICO

La descripción del componente socioeconómico del área se centrado a la zona de explotación, por lo que la parte socio – económico se ha tomado únicamente al sector La Loma, ya que esta zona corresponde a la mayor influencia sobre infraestructura, población, vivienda, educación y servicios básicos, nos permitirá establecer índices económicos y variables sociales a través de las cuales se identificara el grado de aceptabilidad de la comunidad con respecto a la ejecución de las actividades de explotación de minerales metálicos a realizarse en el área minera La Tigra.

9.2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de explotación de minerales metálicos se ejecutará de una manera técnica y ambientalmente responsable aplicando métodos adecuados reconocidos a nivel internacional, para lo cual se efectuara una serie de actividades básicas las mismas que se desarrollan de acuerdo a un orden cronológico, a su vez estas permitirán cumplir con la producción planificada bajo un empleo racional de los recursos naturales, entre las actividades a desarrollarse tenemos:

- a. Adecuación y mantenimiento de infraestructura.
- b. Explotación del mineral.
- c. Beneficio y Tratamiento del mineral.
- d. Adecuación, operación y mantenimiento de la piscina de Decantación.

a. Adecuación y mantenimiento de infraestructura.

La construcción de las obras de infraestructura constituye uno de los primeros pasos en la toma de decisiones para llevar a efecto el desarrollo de un proceso de un proyecto minero, en este momento la compañía minera ya cuenta con infraestructura disponible y se sugerirán la implementación de obras adicionales que se requieran para el mejor desenvolvimiento de los trabajos.

b. Actividades de Explotación del mineral.

En esta etapa del proyecto minero se concentran todas las actividades que se necesitan para el desarrollo del mismo; estas van desde el desbroce de la vegetación; desencapamiento del suelo, el mismo que tiene una potencia media de 0.30 m; arranque de mineral del frente de explotación, que comprende la extracción

directa del frente de explotación; transporte del mineral, el mineral que se extrae del frente de explotación es transportado por medio de vehículos hacia la planta de tratamiento y beneficio; tratamiento y beneficio del mineral.

c. Beneficio y Tratamiento del mineral.

En esta etapa del proceso de explotación comprenden todas las actividades necesarias para la obtención del metal, que van desde la trituración primaria, molienda, recuperación gravimétrica (canaletas), amalgamación de arenas concentradas, quema de amalgama, piscinas de sedimentación.

d. Adecuación, Operación y Mantenimiento de la Piscina de decantación

Las actividades abarcan todo el conjunto de labores a realizarse durante y después de la construcción de la piscina, estas actividades nos servirá para evaluar los posibles impactos que se generen durante la ejecución de la misma.

9.3 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

	Construc Adecuaci Infraestr	Desbroce Desenc Suelo	Arranq Transp Minera	Tritura Y Molien	Gravi Y Amal	Pisc Sedi	Trat Resd Liqui	Opera Pisci
--	-----------------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------	--------------------	--------------	-----------------------	----------------

Modif. Morfolo		X	X					
Reduci Caudal	X			X	X			
Desliza Tierra		X	X			X		
Desbro Vegeta		X				X		
Origen Erosión		X	X			X		
Generac Polvo	X	X	X	X		X		
Contami Hídrica	X	X		X	X			
Inciden Social	X	X	X	X	X	X	X	X
Gases Tóxicos		X	X				X	X
Agua Residua				X	X		X	
Drenaje Ácido			X		X		X	X
Materia Res Sol	X	X	X		X	X		X
Generac Ruido	X		X	X	X	X		X
Alteraci Hábitat	X	X	X	X	X	X		
Calidad Uso sue	X	X				X		
Cambio Paisaje	X	X	X			X		
Sólido Suspenc	X	X	X	X	X		X	X
Residuo Tóxico					X		X	X
Metales Pesados			X	X	X		X	X
Residuo Hidrocar	X	X	X					

9.4 EVALUACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE IMPACTOS

La evaluación de los impactos ambientales determinados previos a la ejecución del proyecto minero y aquellos que se generan durante y después del desarrollo de las

actividades de explotación, se realiza para establecer y aplicar medidas ambientales de prevención, mitigación, control y rehabilitación

De la valoración se desprende que las actividades mineras para la explotación del mineral metálico ocasionaron impactos considerados como mayor a corto plazo que incidirán sobre el recurso natural en un área puntual, impactos que no amenazan a la integridad de la población aunque afecte a la abundancia y distribución de la población por el lapso de una generación; por lo tanto se los ha categorizado como Impactos Moderados que se les puede mitigar utilizando tecnologías apropiadas.

De los resultados de la matriz se determina que las actividades del Proyecto de Explotación de minerales metálicos a realizarse en el área minera La tigrera ocasionarán efectos negativos a los diferentes factores ambientales por – 87 veces, mientras que los impactos positivos generados tienen una valoración de + 13, en orden jerárquico se han determinado las siguientes actividades del proyecto que mayor afectación generará al entorno natural:

VALORACION	ACTIVIDAD QUE AFECTA AL MEDIO
-33	(BO02) EXPLOTACION DE MINERAL A CIELO ABIERTO <ul style="list-style-type: none">• Desbroce de Vegetación• Desencape del suelo• Arranque del mineral• Transporte del mineral

-21	<p>(C03) TRATAMIENTO Y Beneficio DEL MINERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trituración y molienda • Recuperación gravimétrica • Amalgamación de Arenas • Fundición de arenas
-17	<p>(D04) CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PISCINA DE SEDIMENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excavación y estabilidad de taludes • Instalación de desfogues • Impermeabilización de interna • Transporte de residuos • Adecuación de cunetas y drenajes
-16	<p>(A01) CONSTRUCCIÓN ADECUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de garita • Construcción de polvorín • Construcción de piscina para captación de arenas • Construcción de reservorio para agua de proceso • Construcción de galpón para fundición • Mantenimiento de infraestructura

9.5 ESTRUCTURA DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL

Las estrategias de manejo ambiental contienen planes, medidas y programas detallados bajo la siguiente estructura:

Sistema de gestión ambiental.

Medidas de prevención

Medidas de mitigación y control

Programas de salud y seguridad laboral

Programa de capacitación y difusión

Medidas de contingencia

Medidas compensatorias

Programa de seguimiento y monitoreo ambiental

Medidas de rehabilitación.

La operadora de la Concesión minera La Tigrera, como parte integrante del sistema de gestión ambiental deberá elaborar un reglamento interno de seguridad integral e implementará las medidas y contingencia abordando los aspectos con énfasis en las normas y regulaciones establecidas en el RAAM

Las medidas de prevención constituyen las primeras acciones que la compañía Minera La Tigrera deberá realizar para llevar a efecto las actividades mineras de explotación de una manera responsable, las alternativas seleccionadas consisten de los siguientes aspectos:

- Mantenimiento de maquinaria, infraestructuras equipos e instalaciones.

- Prevención de ruido en las áreas de trabajo.
- Adecuación y mantenimiento de la vía de acceso
- Dotación a los trabajadores de implementos de seguridad laboral.
- Tratamiento y disposición de desechos y líquidos.
- Tratamiento y disposición de desechos sólidos.
- Tratamiento y disposición de gases y polvo.

Para las medidas de mitigación y control se considerarán los siguientes aspectos.

- Señalización de áreas de trabajo
- Construcción de infraestructuras requeridas para el proyecto.

Para las medidas de capacitación al personal se dictaran seminarios dirigidos a evitar accidentes, proteger la salud de los trabajadores y concienciar el manejo ambiental.

- Seminario – taller de capacitación al personal y directivos de la empresa.

El plan de difusión contempla un taller dirigido a las autoridades y líderes comunitarios para informar sobre las actividades mineras y satisfacer inquietudes que puedan presentarse respecto a las acciones a realizar.

El plan de contingencia de los impactos contiene una medida que se detalla a continuación.

- Adquisición de implementos de primeros auxilios y un extintor de incendios.

Para el cumplimiento de las medidas compensatorias se mantendrá buenas relaciones con la comunidad a través de los líderes y dirigentes de los sectores La Loma, La Comuna, y la Ensellada.

Para el control de la calidad del agua del río se establece un cronograma de mediciones y de monitoreo.

- Medición de la calidad del agua de salida de las piscinas y en la quebrada Palmal.

Para las medidas de rehabilitación se seguirán los siguientes aspectos.

- Adecuación de la zona intervenida; luego de la culminación de cada banco se debe realizar la rehabilitación del área explotada siguiendo las fases de reacondicionamiento del terreno, reforestación, clausura y cierre de accesos.
- Revegetación del terreno que colinda con el techo de la quebrada Palmal y zonas deforestadas. La principal actividad será la recuperación de suelos en el área de pastizales degradadas con especies nativas o exóticas fijadoras de nitrógeno como: Guaba, Porotillo, Acacia, entre otros.

CAPITULO X
ANÁLISIS ECONÓMICO.

10.1 RESERVAS EXPLOTABLES TOTALES

Al haber realizado el cálculo de las reservas minerales por el método de las curvas de nivel, el mismo que se tiene una considerable cuantificación de las reservas del yacimiento La cantidad de reservas probadas es de: 147299.42 Ton. Para los cálculos económicos tenemos que considerar los parámetros de dilución y pérdidas durante la explotación minera:

Así tenemos que:

Para la dilución se considera un porcentaje de 5 %.

Por lo tanto

$$147299.42 \text{ Ton} + 5 \%$$

$$\text{Reservas por Dilución es} = 154663.95 \text{ Ton.}$$

De acuerdo a los parámetros descritos anteriormente de producción de la cantera estimada, se puede considerar que la producción planificada es de 13555 Ton/ año proyectada, destinada a satisfacer las demandas inmediatas de la planta de tratamiento y beneficio.

10.2 INGRESOS.

INGRESO TOTAL.-

Para el cálculo del ingreso total, se toma en cuenta el precio del gramo de el oro por cada tonelada; la ley del oro es 4.7 gr/Ton (análisis mineralógico hecho en el laboratorio CETTIA – UTPL; ver análisis en anexos). El precio en la actualidad del gramo de oro según el Banco Central del Ecuador es de \$28,00; lo que da un valor por tonelada de \$131.60.

147.299,42 Ton * \$131.60

INGRESO TOTAL = \$19`384.603,67

INGRESO ANUAL.-

El ingreso anual teórico se calcula dividiendo el ingreso total calculado anteriormente para el número de años del tiempo de vida útil.

INGRESO ANUAL: \$. 19`384.603,67 / 11 años.

INGRESO ANUAL = \$. 1`762.236,70 DÓLARES / AÑO.

Por lo tanto tenemos que el ingreso anual tomado para 11 años nos servirá para los cálculos respectivos económicos del proyecto, ya que se laborará a 11 años calendario durante tiempo de vida de la cantera.

10.3 EGRESOS.

10.3.1 MAQUINARIA Y EQUIPOS:

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Cargadora Cat 320 C	1	110.000.00	110.000.00
Volquete HINO GH - 1720	3	72.000.00	216.000.00
Perforadora YT - 27	1	2.500.00	2.500.00
Compresor Deutz	1	15.000.00	15.000.00
Taller mecánico	1	2.500.00	2.500.00
Taller eléctrico	1	2.000.00	2.000.00
Vehículo Toyota HI LUX 4 X 4	1	36.000.00	36.000.00
Trituradora de Mandibulas	1	25.000.00	25.000.00
Molinos Chilenos	2	7.500.00	15.000.00
Amalgamador (chancha)	1	6.500.00	6.500.00
Horno Retorta	1	1.000.00	1.000.00
Crisol	1	800	800.00
Imprvistos 5%			21.575.00
TOTAL			453.875.00

10.3.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
EXPLOGEL III	caja	3	93.61	280.83
Anfo Normal	saco de 50kg	5	18.55	92.75
Mecha lenta	rollo	1	65.50	65.50
Fulminante	caja	1	14.50	14.50
Palas	u	10	10.00	100.00
Picos	u	3	12.15	36.45
Combo	u	2	12.00	24.00
Juego de barrenos	u	3	235.00	705.00
Guantes	u	50	15.00	750.00
Cascos	u	50	4.15	207.50
Botas	u	50	9.56	478.00
Mascarillas	u	50	8.00	400.00
Orejas	u	50	7.85	392.50
Overoles	u	50	22.00	1.100.00
Imprevistos 5 %				232.35
Total (USD)				4.879.38

10.3.3 INVERSIÓN TOTAL:

Maquinaria y Equipo	453.875.00
Investigaciones geológicas	2.000.00
Materiales y herramientas	4.879.38
Total (USD)	460.754.38

Cabe recalcar que la Inversión inicial del proyecto ha sido considerada como Inversión total; ya que dentro de la inversión inicial se consideran parámetros como: Campamentos, Desarrollo de las vías de acceso entre otros, pero que en el proyecto no se lo ha considerado como inversión separada, porque el yacimiento ya ha sido trabajado con anterioridad y posee todos estos aspectos que nos han servido de base para el estudio técnico, por lo que se consideró sólo como inversión inicial: La Maquinaria y Equipo e igual manera los Materiales y Herramientas.

10.3.4 COSTO DE POSESIÓN:

Los costos de posesión es la cantidad de dinero que permite recuperar la inversión realizada al inicio del proyecto, ya sea por la compra de maquinaria, equipos, herramientas, terrenos, entre otros

$$C_p = \frac{\text{Inv.}}{N}$$

Donde:

C_p = Costo posesión

Inv = Inversión por Maquinaria

N = Número de años para recuperar la inversión = 5 años

$$Cp = \frac{\$460.754,38 \text{ USD}}{5}$$

$$Cp = \$92.150,80 \text{ USD/Año}$$

10.3.5 INTERES (I):

Monto que se fija para recuperar la pérdida del valor del capital debido a la devaluación.

11.20% de Interés anual de créditos. (BNF)

$$INT = \frac{n + 1}{2n} * Inv. * T.int$$

Donde:

INT = Intereses

n = Número de años

Inv. = Inversión

T.int = Tasa de interés = 11.2% anual

$$\text{INT} = \frac{\text{---}}{2(11)} * 460.754,38 * 0.112$$

INT = 28.382.47 USD/Año.

10.3.6 COSTOS DE OPERACIÓN (Co):

Horas de trabajo para Equipo de Mina

Horas de trabajo año = N° días laborables año * N° turnos día * N° horas turno

Horas de trabajo año = 312 días * 1 turno * 8 horas

Horas de trabajo año = 2496 horas

Horas de trabajo para equipo de planta de Tratamiento

Horas de trabajo año = N° días laborables año * N° turnos día * N° horas turno

Horas de trabajo año = 340 días * 3 turno * 8 horas

Horas de trabajo año = 8160 horas

Cada 1000 horas se realizará una reparación.

10.3.6.1 RESERVA PARA REPARACIÓN (Rrep.):

$$R_{rep} = 0.08 * \frac{\text{Inversión}}{1000} = \frac{\text{USD}}{\text{reparación}}$$

Maquinaria y equipo	Cantidad	Inversión	Reparación	Factor	Cr
		(USD) (Inv)	Cada/1000h		
Cargadora Cat 320 C	1	110.000.00	1000	0.08	8.80
Volquete HINO GH - 1720	3	72.000.00	1000	0.08	17.28
Perforadora YT - 27	1	2.500.00	1000	0.08	0.20
Compresor Deutz	1	15.000.00	1000	0.08	1.20
Vehículo Toyota HI LUX 4 X 4	1	36.000.00	1000	0.08	2.88
Trituradora de Mandibulas	1	25.000.00	1000	0.08	2.00
Molinos Chilenos	2	7.500.00	1000	0.08	1.20
Amalgamador (chancha)	1	6.500.00	1000	0.08	0.52
Horno Retorta	1	1.000.00	1000	0.08	0.08
TOTAL					34.16

10.3.6.2
NÚMER
O DE
REPAR
ACIONE
S AL
AÑO
(Nr):

$$Nr = \frac{\text{Horas de trabajo}}{1000}$$

Maquinaria y equipo	Horas de trabajo	Reparación	Nr	Nr
Maquinaria y equipo	Horas de trabajo por año	Cada 1000	Nr	Equivalente
Cargadora Cat 320 C	2496	1000	2.50	3
Volquete HINO GH - 1720	7488	1000	7.49	7
Perforadora YT - 27	2496	1000	2.50	3
Compresor Deutz	2496	1000	2.50	3
Vehículo Toyota HI LUX 4 X 4	2496	1000	2.50	3
Trituradora de Mandibulas	8160	1000	8.16	8
Molinos Chilenos	16320	1000	16.32	16
Amalgamador (chancha)	8160	1000	8.16	8
Horno Retorta	8160	1000	8.16	8

10.3.6.3 RESERVA TOTAL PARA REPARACIONES POR AÑO:

$$\text{Rrep total} = \text{Nr} * \text{Cr}$$

Maquinaria y equipo	Nr	Cr	Rrep total
Cargadora Cat 320 C	3	8.80	26.40
Volquete HINO GH - 1720	7	17.28	120.96
Perforadora YT - 27	3	0.20	0.60
Compresor Deutz	3	1.20	3.60
Vehículo Toyota HI LUX 4 X 4	3	2.88	8.64
Trituradora de Mandibulas	8	2.00	16.00
Molinos Chilenos	16	1.20	19.20
Amalgamador (chancha)	8	0.52	4.16
Horno Retorta	8	0.08	0.64
TOTAL (USD)			200.20

10.3.6.4 CONSUMO DE ENERGÍA O COMBUSTIBLE, ACEITES Y LUBRICANTES (Ce):

Maquinaria y equipo	Cons./h	Nº de hor	Nºde Maq	Ec USD
Cargadora Cat 320 C	5 gl	2.496.00	1.00	14478.80
Volquete HINO GH - 1720	5 gl	2.496.00	3.00	43430.40
Compresor Deutz	3 gl	360.00	1.00	1252.80
Vehículo Toyota HI LUX 4 X 4	0.8 gal	2.496.00	1.00	2915.33
Trituradora de Mandibulas	12	8.160.00	1.00	9400.32
Molinos Chilenos	14 Kw	8.160.00	2.00	13160.45
Amalgamador (chancha)	4 Kw	2.496.00	1.00	958.46
Horno Retorta	1 Kg gas	360.00	1.00	43.20
TOTAL (USD)				85639.76

10.3.7 AMORTIZACIÓN DE LA MAQUINARIA:

La amortización es un monto de dinero que se reserva periódicamente, para restituir la maquinaria y/o equipo. La amortización se la calcula basándose en el tiempo de vida útil de la maquinaria o equipo.

$$A = \frac{Pe * r}{(1 + r)^n - 1}$$

Donde:

A = Amortización

Pe = Costo total del Equipo

r = Interés = 11.20 % anual

n = Tiempo de vida útil del equipo = 11 años

$$A = \frac{\$460754.28 * 0.112}{(1 + 0.112)^{11} - 1}$$

A = 23299.94 USD / Anual

10.3.8 SUELDOS Y SALARIOS

DESCRIPCION	N°	Salario Mensual	Total Mensual	Total Anual
Mano de Obra Directa				
Obrero de mina	3	600.00	1800.00	21600
Operador Excavadora	1	900.00	900.00	10800
Operador Perforadora	1	900.00	900.00	10800
Ayudante perforadora	1	500.00	500.00	6000
Chofer de Volqueta	3	900.00	2700.00	32400
Mecánico	1	700.00	700.00	8400
Electricista	1	700.00	700.00	8400
Cocineros	3	800.00	2400.00	28800
Obreros para planta de beneficio	21	600.00	12600.00	151200
Guardias	4	600.00	2400.00	28800
Subtotal Mano de Obra Directa			25600.00	307200
Mano de Obra Indirecta				
Ingeniero Jefe de Proy.	1	1.400.00	1400.00	16800
Ingenieros Minas	2	1.200.00	2400.00	28800
Chofer de camioneta	1	600.00	600.00	7200
Subtotal Mano de obra indirecta			4400.00	52800
Personal administrativo				
Gerente	1	1300.00	1300.00	15600
Administradores	2	1000.00	2000.00	24000
Contadora	1	700.00	700.00	8400
Secretaria	1	600.00	600.00	7200
Guardia	1	400.00	400.00	4800
Subtotal Personal Administrativo			600.00	12000
Total (USD)				372000

10.3.9 ALIMENTACIÓN

N°	Valor unitario	Valor diario	Valor mensual	Valor anual
45.00	4.95	222.75	4.900.50	58.400.00

10.3.10 SUMA TOTAL DE EGRESOS ANUALES

Costos de posesión	92.150.80
Intereses	28.382.47
Reservas para reparaciones y mantenimiento	200.20
Amortización	23.299.94
Combustibles y Lubricantes	85.639.76
Sueldos y Salarios	372.000.00
Alimentación	58.400.00
Total USD	660.073.17

10.4 UTILIDAD:

10.4.1 UTILIDAD BRUTA (UB):

UB = Ingresos anuales - Egresos anuales

UB = 1`762.236,70 – 660.073,17

UB = 1`102.163.53 dólares

10.4.2 UTILIDAD NETA (UN):

UN = UB – Impuestos de ley

(10% SBU Patentes, 5% Regalías, 15% Reparto de Utilidades, 25% AL S.R.I.)

UN = 1652 ha minera * 0.10 (\$240 SBU); (por Patentes)

UN = 39.648,00 USD

UN = 1`102.163,53 * 0.05 (por Regalías)

UN = 55.108,18 USD

UN = 1`102.163,53 * 0.15 (por Utilidades)

UN = 165.324,53 USD año

UN = 1`102.163,53 * 0.25 (por Impuestos al S.R.I.)

UN = 275.540,88 USD

$$UN = 1'102.163,53 - 535.621,59$$

$$UN = 566.541,94 \text{ USD/AÑO}$$

10.5 RENTABILIDAD (R):

$$R = \frac{UN}{Inv \text{ Anual}} * 100$$

Donde:

IA = Inversión Anual

$$IA = \frac{\textit{Inversión Total USD}}{\textit{Tiempo de vida del Yacimiento}}$$

$$IA = \frac{460754,38 \text{ USD}}{11 \text{ años}}$$

$$IA = 41.886,76 \text{ USD/año}$$

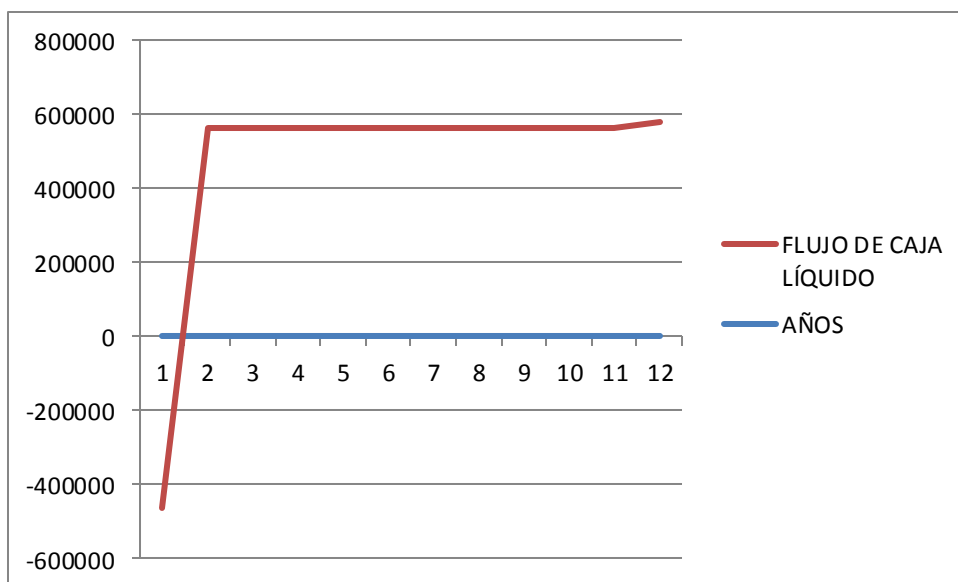
$$R = \frac{566541.94 \text{ USD} / \textit{año}}{41886.76 \text{ USD} / \textit{año}} * 100\%$$

$$R = 1352.55 \%$$

10.6 FLUJO DE CAJA LÍQUIDO

TIEMPO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
CONCEPTO							
Inv. Total	-460.754.38						
Cap. Giro		-15000.00					
Ingresos		1762236.70	1762236.70	1762236.70	1762236.70	1762236.70	1762236.70
Egresos		-660.073.17	660.073.17	660.073.17	660.073.17	660.073.17	660.073.17
Impuestos		-535.621.59	535.621.59	535.621.59	535.621.59	535.621.59	535.621.59
Flujo caja liquido	-460.754.38	551542.94	566542.94	566542.94	566542.94	566542.94	566542.94

TIEMPO	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11
CONCEPTO					
Inv. Total					
Cap. Giro					15.000.00
Ingresos	1762236.70	1762236.70	1762236.70	1762236.70	1762236.70
Egresos	-660.073.17	-660.073.17	660.073.17	660.073.17	660.073.17
Impuestos	-535.621.59	-535.621.59	535.621.59	535.621.59	535.621.59
Flujo caja liquido	566542.94	566542.94	566542.94	566542.94	581542.94



10.7 VALOR ACTUAL LÍQUIDO (VAL) / VALOR ACTUAL NETO (VAN):

$$VAL = P * R^{-n}$$

$$R = (1 + r)^{-n}$$

Donde:

r = Tasa de interés

n = Número de años

VAL = 4'029.534.85 USD

10.8 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):

$$TIR = r_i + (r_s - r_i) \left[\frac{VA_i}{VA_i - VA_s} \right]$$

Donde:

r_i = tasa inferior

r_s = tasa superior

VA_i = valor actual inferior

VA_s = valor actual superior

$$\mathbf{TIR = 121,0 \%}$$

La tasa interna de retorno es un dato referencial y/o relativo que se debe considerar para el presente proyecto u otro proyecto a desarrollarse. Se tiene que será necesaria la participación directa de inversionistas, o se lo puede hacer en base a préstamo bancario; ya que en el proyecto se ve necesaria la inversión no sólo para el desarrollo del presente proyecto, sino también para el avance de más exploraciones en los sectores que no han sido explorados del Área Minera "La Tigra" ya que resulta rentable la inversión.

CAPITULO XI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 CONCLUSIONES

Al finalizar el presente proyecto de Elección del Sistema de Explotación de Oro en el área minera “La Tigresa”, parroquia Progreso, cantón Pasaje; provincia de El Oro podemos concluir con lo siguiente:

- El área minera La Tigresa se encuentra en La provincia de El Oro, Cantón Pasaje, Parroquia Progreso; y se encuentra en el centro sur del país ocupando parte del proyecto minero Ponce Enríquez con una superficie de 1652 hectáreas mineras contiguas.

- La delimitación topográfica y geológica se los efectuó dentro de los trabajos de campo desarrollados, determinando la posición exacta del yacimiento del mineral y la identificación de rocas constituidas como sobrecarga y de toda el área en estudio.
- Mediante los datos obtenidos por el muestreo y por los ensayos de laboratorio analizados al mineral, se conoció la valoración cualitativa del mineral en el yacimiento con una alta pureza del 88 % presente en el área, consecuentemente con la estimación y cálculo de las reservas se obtuvo la valoración cuantitativa del yacimiento que es de 382978,5 m³ concluyendo la factibilidad para la explotación técnica del mineral.
- El Stockwork del área minera es de origen hidrotermal que corresponden a vetillas pequeñas que interceptan toda la roca. Existen varias formas de simetrías y tamaños. El relleno se compone de mena especialmente de minerales de formación hidrotermal.
- En el área minera a más de ser aurífera es portadora de cobre con una ley de 257 gr/Ton; (Ensayo realizado en el laboratorio de CETTIA-UTPL) Ver en anexos los resultados.
- Luego de los diferentes cálculos realizados y siguiendo los procedimientos técnicos de explotación, tenemos que el tiempo de vida útil de la cantera es de 11 años.
- El sistema de explotación que se viene efectuando no es el más adecuado; ya que la explotación se la realiza de manera anti técnica o sea artesanal con la

utilización de pico, barretas palas y carretillas, poniendo en constante peligro la salud de los trabajadores

- El sistema de explotación más acorde y óptimo elegido para el área minera en estudio según el profesor Shenshko es el A – 0 “Con pequeño volumen de trabajo de destape, cuando el desplazamiento de estéril a la escombrera no tiene significado.
- Debido a las condiciones del yacimiento en las que permite aprovechar todo el mineral y extraer mediante bancos de modo que la mina dará una dirección de avance de la frente de trabajo conjuntamente con dirección de avance del campo de la mina.
- La maquinaria elegida y empleada para las labores de explotación cumplen con todos los requerimientos básicos, técnicos y fundamentalmente se la puede adquirir en nuestro medio.
- En base al análisis técnico económico realizado se puede decidir en forma clara la adquisición de maquinaria y equipo para la explotación de oro, ya que se puede observar que es económicamente rentable.

11.2 RECOMENDACIONES

Una vez concluido el presente proyecto se puede acotar las siguientes recomendaciones prácticas que van en beneficio del área y de todo este sector minero.

- Para una mayor productividad y mejoramiento del transporte del mineral hacia la planta de tratamiento y beneficio se recomienda dar un mantenimiento y mejoramiento continuo de la vía.
- El tiempo de vida del yacimiento tiende a ser proyectado a mayor tiempo, que en el presente trabajo elaborado, por referencias geológicas y de muestreo se evidencia la proyección en sus extremos del yacimiento. Lo que se recomienda de manera indispensable a lo posterior realizar un sondeo mediante perforaciones a profundidad estimada de 100-200m. con la finalidad de actualizar y tener unas reservas futuras del mineral a explotarse
- Para las operaciones de arranque, carga y transporte del mineral, se recomienda utilizar la maquinaria propuesta en el proyecto, indicando que ésta no es indispensable sino que se puede modificarla o cambiarla acorde con las características técnicas de trabajo en la cantera; ya que por parámetros técnicos es el más recomendado para trabajos pesados y de minería.

- En la organización de los trabajos se debe realizar cronogramas diarios, mensuales y anuales de trabajo, lo que permitirá una mejor optimización tanto de los recursos humanos como de los materiales, logrando un eficaz control y distribución de las actividades, señalando con toda precisión las correspondientes responsabilidades.
- Se recomienda tener un estudio tanto económico como ambiental actualizado periódicamente del área de estudio, con el objetivo de no interrumpir el avance y desarrollo de las labores mineras, previniendo los imprevistos u otro tipo de actividades directas o indirectas, que no sean referentes a la de explotación del mineral
- Para el proceso de beneficio del oro se recomienda hacerlo con mesas de concentración, para tener un mayor grado de recuperación del oro.
- A través de los cálculos dispuestos en el proyecto, se recomienda la ejecución de los mismos, utilizando los parámetros obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- COELLO Alfredo, Tratamiento y Beneficio de Menas, Rocas y Minerales Industriales, Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Loja, 1998.
- HEDOIZA, Lilian, Estudio de Impacto Ambiental Área Minera La Tigrera, 2004
- INSTITUTO GEGRÁFICO MILITAR (I.G.M.), Carta Topográfica de Uzhcurrumi, Mapa escala 1:50.000
- IVANOVICH, Victor, Transporte Minero, Traducido por Ing. Humberto Sosa; Ing. José Hidalgo, Quito 1983.
- McKINSTRY, Hugh, Geología de Minas, edición Omega 1977.
- OTAÑO José, Diplomado en Voladura, Instituto Técnico Superior Minero Técnico Metalúrgico Moa Cuba.
- OTOÑO, José, BLANCO, Roberto, Nociones de Minería, editado por la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Loja
- PILLAJO, Edgar, Proyecto de Control Minero y Desarrollo Ambiental, PRODEMINCA.

FOLLETOS

- VALAREZO, Jorge Michael, Propiedades de las Rocas y el Macizo, Perforación - Voladura en trabajos a Cielo Abierto y Subterráneo, Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Loja, Escuela de Minas 2001

SITIOS WEB

- <http://accionecologica.com>
- <http://cme.org.ec>
- <http://mineriaecuador.com>
- <http://slideshare.net>
- <http://wikipedia.es.org>

ANEXOS



Foto campamento.



Foto frente de explotación

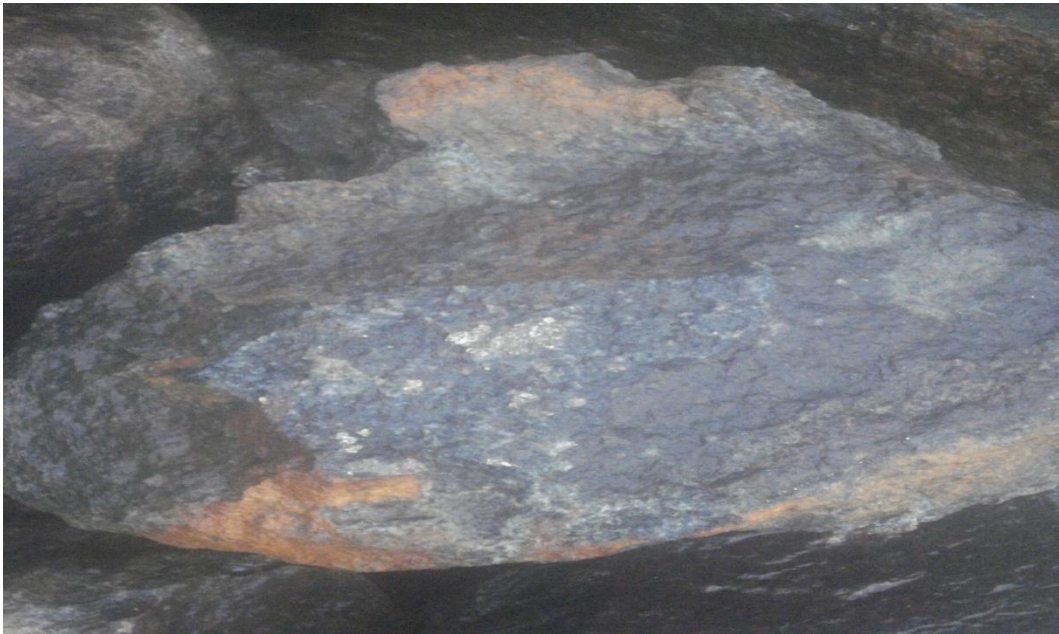


Foto de la Granodiorita.



Foto vía de acceso al Área minera La Tigra.



Foto del winche.



Foto de planta de tratamiento y beneficio.