



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA
AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

TEMA:

**“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA
ARCILLAS EN EL ÁREA MINERA ALFADOMUS 1, PARROQUIA
TAQUIL, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA”**

*Tesis previa a la obtención del
Título de Ingeniero en Geología
Ambiental y Ordenamiento Territorial.*

AUTORAS:

*María Luisa Villamarín Jaramillo
Carmen Graciela Yunga Salinas*

DIRECTOR:

Ing. Jimmy Stalin Paladines

**Loja - Ecuador
2011**



CERTIFICACIÓN

Ing. Jimmy Stalin Paladines

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Haber dirigido, revisado y discutido en todas sus partes el desarrollo de la tesis de ingeniería en geología ambiental y ordenamiento territorial, titulada OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE EXPLOTACION PARA ARCILLAS EN EL AREA MINERA ALFADOMUS 1, PARROQUIA TAQUIL, CANTON LOJA, PROVINCIA DE LOJA de autoría de las señoritas egresadas María Luisa Villamarín Jaramillo y Carmen Graciela Yunga Salinas.

En virtud que la misma reúne a satisfacción los requerimientos de fondo y forma exigidos para una investigación a este nivel, autorizo la presentación sustentación y defensa.

Ing. Jimmy Stalin Paladines

DIRECTOR DE TESIS

Loja, 12 de Abril de 2011



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

Autoras: Villamarín María; Yunga Carmen

AUTORIA

Las ideas, criterios y resultados vertidos en el presente trabajo de investigación son de estricta responsabilidad de las autoras

María Luisa Villamarín

Carmen Graciela Yunga

Autores: Villamarín María; Yunga Carmen



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional de Loja, institución que nos acogió en su seno, durante todo el proceso de formación profesional, así como también a los docentes de la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, Ingenieros Michael Valarezo, Hernán Castillo, Carlomagno Chamba y de manera especial al Ing. Julio Romero, quienes con sus acertados conocimientos nos dieron las bases solidas para el desarrollo de este proyecto minero, para quienes guardamos siempre respeto y gratitud.

Además queremos dejar constancia de imperecedera gratitud a nuestro Director de Tesis, Ing. Jimmy Stalin Paladines, por tan valiosa orientación, quien colaboró desinteresadamente en el asesoramiento del presente trabajo.

LAS AUTORAS

Autores: Villamarin María; Yunga Carmen



DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios por su infinita bondad y amor, a mi madre Luz por el apoyo incondicional brindado, a mis hermanos Juan y Alejandro, a mi esposo Edwin y de manera especial a mis hijos Ivana y Andrés que son la razón principal de mi vida.

María Luisa

La presente investigación está dedicada a Dios por su amor incondicional a mis queridos Padres Vicente y Gloria a mis hermanos Geovanny, Gloria, Ximena y María Fernanda ya que sin su apoyo no hubiera podido culminar esta meta a mis pequeñas hijas Doménica y Dayanna que son la fuerza que me inspira a seguir adelante y vencer todos los obstáculos que se presenten en la vida.

Carmen



RESUMEN

La arcilla explotada en el área minera Alfadomus 1 es un depósito superficial el cual se encuentra distribuido en capas a lo largo del yacimiento. Su origen se relaciona a la descomposición física y química de las rocas metamórficas como: esquistos, filitas, pizarras, existentes en la zona, pertenecientes a la Serie Zamora; tiene la característica de ser una arcilla magra, rica en hilita, con bajo contenido de cuarzo, apta para ser utilizada en la industria de la cerámica.

Según el Cálculo de Reservas realizado a través del Método de Cortes Paralelos, nos dan como resultado 181863.75 Ton de Reservas Probables, 529200 Ton de Reservas Posibles y 396900 Ton de Reservas Probables, con un tiempo de Vida de 12 años, realizando una producción diaria 75.75 m³ (113.62 Ton), en jornadas de trabajo de 8 horas diarias y de 11 días al mes.

El proyecto es un modelo de explotación económicamente sustentable y ambientalmente sostenible. Por las condiciones minero geológicas y técnicas del yacimiento y la poca sobrecarga existente se considera explotar el mineral a cielo abierto.

Según la clasificación del profesor E.F SHESHKO se lo realizará bajo el denominado SISTEMA DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO CUANDO EL DESPLAZAMIENTO DEL ESTÉRIL A LA ESCOMBRERA NO TIENE SIGNIFICADO. El mismo que nos permitirá optimizar la producción, llegando a una producción de 10000 m³ al año.



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

En lo referente al ambiente se realiza un plan de manejo ambiental, el mismo que establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo del presente proyecto.



ABSTRACT

The clay exploded in the mining area Alfadomus 1 is a superficial deposit which is distributed in layers along the location. Their origin is related to the physical decomposition and chemistry of the metamorphic rocks as: schists, lines, slates, existent in the area, belonging to the Series Zamora; he/she has the characteristic of being a meager clay, rich in row, with contained first floor of quartz, capable to be used in the industry of the ceramic.

According to the Calculation of Reservations carried out through the Method of Parallel Cortes, they give us as a result 181863.75 Rhyme of Probable Reservations, 529200 Rhyme of Possible Reservations and 396900 Rhyme of Probable Reservations, with a time of Life 12 years old, carrying out a production daily 75.75 m³ (113.62 Rhyme), in days of work of 8 daily hours and of 11 days a month.

The project is a model of economically sustainable and environmentally sustainable exploitation. For the geologic and technical conditions miner of the location and the little existent overload is considered to exploit the mineral to open sky.

According to the professor's classification E.F SHESHKO will be carried out it under the denominated SYSTEM OF EXPLOITATION TO OPEN SKY WHEN THE DISPLACEMENT OF THE STERILE one TO THE ESCOMBRERA doesn't HAVE MEANING. The same one that will allow us to optimize the production, arriving to a production of 10000 m³ a year.

Regarding the atmosphere he/she is carried out a plan of environmental handling, the same one that establishes the



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

actions that are required to prevent, to mitigate, to control, to compensate and to correct the possible effects or impacts environmental negatives caused in the development of the present project.



INDICE GENERAL	Páginas
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo General	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Topografía	3
2.2 Levantamiento Geológico	4
2.3 Estimación de Reservas	5
2.3.1 Método de los Cortes Paralelos	6
2.3.2 Clasificación de reservas	6
2.3.3 Métodos de explotación	7
2.3.4 Clasificación de Métodos de Explotación	8
2.3.5 Sistemas De Explotación A Cielo Abierto	9
2.4 Impacto Ambiental	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Materiales de campo	13
3.2 Materiales de oficina	14
3.3 Metodología por Objetivo	14
3.3.1 Metodología para el Objetivo 1	14
3.3.1.1 Trabajo de Campo	14
3.3.1.2 Trabajo de Gabinete	16
3.3.1.3 Trabajo de Gabinete	17



3.4	Metodología para el Objetivo 2	18
3.4.1	Trabajo de campo	18
3.4.2	Trabajo de gabinete	18
3.5	Metodología Para Objetivo 3	19
3.5.1	Trabajo de campo	19
3.5.2	Trabajo de gabinete	21
4.	RESULTADOS	22
4.1.1	Localización Geográfica	22
4.1.2	Acceso	23
4.1.3	Geología Regional	24
4.1.4	Geología Local	27
4.1.5	Estructuras Y Macizos Rocosos.	29
4.1.5.1	Especificaciones De Las Arcillas en el Área Minera Alfadomus 1	30
4.2	Estimación De Reservas.	35
4.2.1	Reservas Lineales	35
4.2.1.1	Reservas Probadas	36
4.2.2	Superficie de los Perfiles	37
4.2.3	Reservas Probables	39
4.2.3.1	Reservas Posibles	39
4.2.3.2	Tiempo de Vida Del Proyecto.	39
4.3	Destape Y Preparación	41
4.3.1	Trabajos Mineros Fundamentales	41
4.3.2	Descripción del Método Actual de Explotación	42



4.3.3	Método de explotación	44
4.3.3.1	Elección del Sistema de Explotación	44
4.3.4	Alternativas para la Elección del Sistema de Explotación	45
4.3.5	Clasificación De Los Sistemas De Explotación Según El Profesor Shenshko.	46
4.3.6	Clasificación De Los Sistemas De Explotación Según Bustillo Revuelta Manuel Y López Jimeno Carlos	48
4.3.6.1	Sistema De Explotación Propuesto	50
4.3.7	Análisis Minero Geométrico de la Cantera	51
4.3.8	Determinación de los Parámetros Geométricos del Sistema de Explotación	52
4.3.8.1	Altura del Depósito Evaluado (H)	52
4.3.8.2	Altura del Banco (Hb)	53
4.3.8.3	Ángulo De talud de los bancos en receso	53
4.3.8.4	Determinación Del Angulo De Talud para Bancos En Receso	54
4.3.8.5	Ángulo De Liquidación del Borde de la Mina (B ₁)	55
4.3.8.6	Ancho Mínimo de la Plataforma de Trabajo (Bpt)	56
4.3.9	Elección de la maquinaria de Carga del Mineral	58
4.3.9.1	Rendimiento De La Excavadora	59
4.3.9.2	Cálculos de los parámetros del transporte	61
4.3.9.3	Elección de la maquinaria de transporte	65
4.4	Organización De Los Trabajos	66
4.4.1	Organización De Los Trabajos De Carga Y Transporte Del Estéril	67
4.5	Presupuesto	68
4.5.1	Maquinaria Y Equipos	68



4.5.2	Materiales Y Herramientas	68
4.5.3	Inversión Total	68
4.5.4	Costo De Posesión	68
4.5.5	Costos De Operación (Co)	69
4.5.5.1	Número De Reparaciones Al Año (Nr)	69
4.5.5.2	Reserva Total Para Reparaciones por Año	70
4.5.5.3	Consumo de Energía o Combustible, Aceites y Lubricantes (Ce)	70
4.5.5.4	Egresos por Alquiler del Buldozer	70
4.5.5.5	Amortización de la Maquinaria	71
4.6	Sueldos Y Salarios	72
4.7	Suma Total de Egresos Anuales	72
4.7.1	Ingreso Total	72
4.7.2	Ingresó Anual	73
4.7.2.1	Utilidad	73
4.7.2.2	Utilidad Bruta (UB)	73
4.7.2.3	Utilidad Neta (UN)	73
4.7.2.4	Rentabilidad	74
4.7.3	Flujo de Caja Liquido	75
4.7.3.1	Valor Actual Liquido	76
4.7.3.2	Tasa Interna de Retorno	77
4.8	Identificación Y Valoración De Impactos Ambientales	78
4.8.1	Identificación de Actividades y Factores Ambientales	79
4.8.2	Identificación de Impactos Ambientales	80



4.8.3	Valoración de Impactos Ambientales	82
4.8.4	Jerarquización	86
4.8.4.1	Impactos al Medio Físico	87
4.8.4.2	Alteración de la Calidad Visual	87
4.8.4.3	Alimento de los Procesos Erosivos.	88
4.8.4.4	Alteración de Formas de Relieve	88
4.8.4.5	Emisión de Polvo a la Atmósfera	89
4.8.4.6	Emisión De Gases A La Atmosfera	89
4.8.4.7	Emisiones de Ruido	89
4.8.4.8	Alteración de la Calidad de las Aguas	90
4.8.5	Impactos al Medio Biótico	90
4.8.5.1	Impactos a La Flora	90
4.8.5.2	Alteración del Hábitat Natural y el desplazamiento de la fauna	90
4.8.6	Impactos Al Medio Socio Económico	91
4.8.6.1	Aumento de empleo	91
4.9	Plan De Manejo Ambiental	91
4.9.1	Medidas De Mitigación De Impactos	91
4.9.2	Medidas de Carácter Técnico.	92
4.9.2.1	Medio Físico	92
4.9.2.2	Medio Biótico	96
4.9.2.3	Medio Antrópico	97
4.9.3	Plan de Contingencia	98
4.9.4	Plan de Salud Y Seguridad Ocupacional, Dotación de Equipos De Protección	101



Personal	
4.9.4.1 Medidas Generales	102
4.9.4.2 Medidas De Carácter Organizativo	103
4.9.5 Plan de Monitoreo	104
4.9.6 Plan de Cierre Y Abandono	105
4.9.7 Presupuesto	106
4.9.8 Cronograma	107
5. DISCUSIÓN	108
6. CONCLUSIONES	111
7. RECOMENDACIONES	113
8. BIBLIOGRAFIA	114
INDICE DE TABLAS	Páginas
Tabla N°1. Coordenadas de inicio según Datum Psad 56	15
Tabla N° 2. Punto B según Datum Psad 56	15
Tabla N° 3. Muestra de Suelo	19
Tabla N° 4. Muestra de Agua	20
Tabla N° 5. Muestra de Ruido	20
Tabla N° 6. Acceso a la Concesión	23
Tabla N° 7. Coordenadas de Entrada a la concesión	23
Tabla N° 8. Localización de la Cuarcita	28
Tabla N° 9. Arcilla Amarillenta	29
Tabla N° 10. Arcilla Fracturada	30
Tabla N° 11. Peso Específico	31
Tabla N° 12. Humedad	31



Tabla N° 12. Peso Volumétrico	32
Tabla N° 14. Porosidad	33
TABLA N° 15. Propiedades Físico Mecánicas de la Arcilla.	34
Tabla N° 16. Clasificación de los Métodos de Explotación Según Sheshko	47
Tabla N° 17. Clasificación de los métodos de explotación según Bustillo Revuelta	49
Tabla N° 18. Tipo de Yacimiento	50
Tabla N°19. Características Técnicas de la Retroexcavadora	58
Tabla N° 20. Factores a Identificar	78
Tabla N° 21. Magnitud y Valoración	82
Tabla N° 22. Importancia y su Valoración	83
Tabla N° 23. Jerarquización de Impactos	85

INDICE DE FOTOS

Páginas

Fotografía N° 1 Estacion Total	4
Fotografía N° 2 Foto Laboratorio	18
Fotografía N° 3 Entrada a la concesión	24
Fotografía N° 4 Cuarcita	28
Fotografía N° 5 Arcilla Amarilla	29
Fotografía N° 6 Arcilla fracturada	30
Fotografía N° 7 Buldozer	41
Fotografía N° 8 Método Actual de Explotación	42
Fotografía N° 9 Retroexcavadora Caterpillar	59



Fotografía N° 10 Volquete 66

INDICE DE FIGURAS Páginas

Figura N° 1 22

Figura N° 2 86

INDICE DE ANEXOS Número

Puntos de Estación 1

Códigos de Estación 2

Ángulos de Talud Para Bancos en Receso 3

Ensayos de Laboratorio 4

Descripción de Calicatas 5

Retroexcavadora Caterpillar 420E 6

Diseño del Sistema de Explotación 7

Resultados de Muestra de Agua y Suelo 8

INDICE DE MAPAS LÁMINA

Mapa Topográfico 1

Mapa Topográfico Regional 2

Mapa Geológico Regional 3

Mapa de Geología local 4

Mapa de Ubicación de Cortes 5



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

Mapa de Cortes Geológicos	6
Mapa de Cobertura Vegetal	7
Mapa de Sitios de Muestreo	8
Mapa de Área de Influencia	9



1. INTRODUCCIÓN

La abundancia de la arcilla en la naturaleza, su relativa facilidad de tratamiento y la resistencia e impermeabilidad de este elemento lo convirtieron en un material profusamente utilizado por las sociedades arcaicas. Conserva la historia de razas antiguas escrita en tablillas en edificios de ladrillo, en monumentos y en objetos cerámicos. Sus productos representan la historia del hombre y gracias a los hermosos objetos que se pueden hacer con arcilla podemos seguir la evolución del arte delicado de los chinos, el utilitarismo de los Romanos o el humor de los Incas. En el siglo XVIII llegó a un máximo la riqueza.

En la actualidad tiene muchas utilidades con ella se han fabricado desde bloques para paredes, losas, vistos, baldosas de gres, tejas, plaquetas, adoquines, entre otros productos que complementan la decoración de las más importantes edificaciones.

Las distintas arcillas se formaron, primero a partir de la descomposición de las formaciones rocosas y por la acción de distintos factores, presión tectónica, movimientos sísmicos, distintos tipos de erosión, etc, y segundo por la adquisición, durante el viaje hasta su lugar de sedimentación, de diferentes impurezas de origen mineral; por lo tanto, dependiendo de las características de la roca de origen, existen innumerables tipos de arcillas.

La arcilla encontrada en el sector de estudio, es una arcilla magra con alto contenido de hierro y cuarzo, posee coloraciones que van desde amarillentas a rojas.



El objetivo es optimizar el sistema de explotación actual, por lo que se presentan alternativas viables, destinadas a mejorar procesos tecnológicos, sistema de explotación adecuado para el aprovechamiento funcional del mineral, y la protección del ambiente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Optimizar el sistema de explotación de arcillas en el área minera Alfadomus.

1.1.2 Objetivos específicos

- Valorar los elementos paramétricos del cuerpo mineral a partir de la base topográfica y geológica.
- Mejorar los procesos tecnológicos de explotación aplicables a las arcillas del área Alfadomus 1.
- Valorar los impactos ambientales que se producirán por la optimización del sistema de explotación de arcillas y encontrar las medidas adecuadas para minimizar los mismos.



2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 TOPOGRAFIA

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales. La palabra topografía tiene como raíces *topos*, que significa "lugar", y *grafos* que significa "descripción". Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es, uno de los aparatos utilizados para su desarrollo es la estación total (Fotografía N°1).

Para eso se utiliza un sistema de coordenadas tridimensional, siendo la X y la Y competencia de la planimetría, y la Z de la altimetría.

"Los mapas topográficos utilizan el sistema de representación de planos acotados, mostrando la elevación del terreno utilizando líneas que conectan los puntos con la misma cota respecto de un plano de referencia, denominadas curvas de nivel", a través de aparatos como la estación total.¹

¹ <http://www.cielosur.com/topografia.php>



Fotografía N° 1 (Estación Total)

2.2 LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO:

“El objetivo general del levantamiento geológico es el mapa geológico. En un mapa geológico se representan las características geológicas de un región (una parte de la superficie terrestre) a una determinada escala, utilizando una proyección determinada y una superficie de referencia que normalmente es un plano”².

El levantamiento comprende todas las operaciones que se realizan, aplicando métodos y técnicas para efectuar mediciones que permitan definir las posiciones de puntos característicos del terreno para representarlos en un mapa. Si el levantamiento tiene por objeto representar el relieve de una región, se trata de un levantamiento topográfico. En cambio si se obtienen las posiciones de puntos que sirven para representar las características geológicas de una

² <http://www11.brinkster.com/levcarteol>



región, es un levantamiento geológico. "El levantamiento geológico incluye las tareas de toma de información geológica en cada uno de los puntos de referencia".³

2.3 ESTIMACION DE RESERVAS

Desde el punto de vista geológico-minero, las reservas minerales de un yacimiento, es todo un conjunto de rasgos que caracterizan al mismo, tales como su forma, calidad, posición y ejecución de los trabajos de explotación.

La evaluación de las reservas es el objeto final de cierta etapa de investigación y de prospección que asegura:

- La determinación de la cantidad de mineral y de todos sus elementos útiles.
- La clasificación cualitativa del mineral con subdivisiones por calidades.
- El conocimiento y distribución del mineral en toda la extensión del yacimiento.
- La determinación de la autenticidad de las reservas valoradas.
- La determinación de la importancia económica de las reservas evaluadas.

Las reservas de un mineral es la parte del yacimiento que ha sido ubicada con topografía en sus tres dimensiones, que cumplen determinados criterios, tanto físicos como químicos, mediciones con labores exploratorias, muestras,

³ CUEVA M, Pio; "Topografía y Construcción de Proyectos". Graficas Santiago. Loja Ec.



relacionados con las prácticas actuales de extracción y producción, incluyendo los criterios exigidos en cuanto a ley, calidad, potencia y profundidad, determinando así, si su explotación será rentable o no.

2.3.1 METODO DE LOS CORTES PARALELOS

Consiste en realizar cortes perpendiculares al rumbo del yacimiento, y calcular cada una de las superficies a través de las siguientes formulas.

$$\text{Perf. (I-II)} = = \frac{S1 + S2}{2} * L$$

$$\text{Perf. (II-III)} = = \frac{S2 + S3}{2} * L$$

$$\text{Perf. (III-IV)} = = \frac{S3 + S4}{2} * L$$

Donde:

Perf. = Perfiles (I; II; III; IV)

S = Superficies de los perfiles

L = Distancia entre los perfiles

El extremo de las reservas se obtiene en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Punta} = S (1/2 * D)$$

Donde:

S = Superficie del perfil (Longitud)

D = Distancia entre el borde y el perfil.

2.3.2 Clasificación de reservas

Según Lepin y Ariosa, 1986 se clasifican en:



- Reservas Probadas
- Reservas Probables
- Reservas Posibles

Las reservas probadas, son el tipo de reservas, que en función del estudio detallado del objeto geológico tanto en sus condiciones geólogo-industriales como minero técnicas permiten concebir planes de inversión de capitales para la explotación.

Las reservas probables, son del tipo, en las cuales los volúmenes de mineral útil estudiado, difieren de las categorías probada, por el grado de estudio del objeto especialmente la densidad de la red de los trabajos de exploración, lo cual influye en los volúmenes determinados. A este tipo de reservas se las conoce como reservas de tipo B, o también Reservas deducidas y sirven para respaldar los proyectos de inversión.

Las reservas posibles, son las calculadas en base a trabajos de exploración de menor grado de estudio, los cuales se generalizan por el área de estudio, en cuanto a las condiciones geológicas industriales. Sirven como una base para la determinación más detallada de las reservas y se denominan también reservas del tipo C y Supuestas.

2.3.3 METODOS DE EXPLOTACIÓN

El método de explotación es la estrategia global que permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado del modo técnico y económico más eficiente:

Define los principios generales según los que se ejecutan las operaciones unitarias



Define criterios con respecto al tratamiento de las cavidades que deja la extracción.

2.3.4 CLASIFICACIÓN DE MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN

“Una primera clasificación de los métodos se refiere a si la explotación se realiza siempre expuesta a la superficie o si se desarrolla a través de labores subterráneas. Así, debemos primero separar:

- Métodos de explotación a cielo abierto
- Métodos de explotación subterránea

Entre los métodos de explotación de superficie, se pueden identificar los siguientes:

Cielo abierto, rajo abierto o tajo abierto (Open Pit).- Es el método que más usa en la explotación de yacimientos de metales básicos y preciosos que están aflorando a la superficie”⁴.

Cantera (Quarry). Este nombre se da a la explotación de mineral que puede utilizarse directamente en aplicaciones industriales, como es el caso de la sílice, caliza y piedra de construcción.

Lavaderos o placeres. Corresponde a la explotación de depósitos de arena en antiguos lechos de ríos o playas, con el fin de recuperar oro, piedras preciosas u otros elementos químicos valiosos.

Otros. Existen otros métodos poco convencionales para la extracción de algunos elementos de interés, como por

⁴STOCES, B, “Elección y crítica de los Métodos de explotación en Minería”. OMEGA. Barcelona ES.



ejemplo la disolución, que corresponde a la extracción de azufre o sales solubles mediante la incorporación de un solvente y posterior extracción del soluto de la solución recuperada, y la minería costa afuera, para la extracción de nódulos de manganeso presentes en el fondo del océano.

2.3.5 SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO

Sistema de explotación a cielo abierto se denomina al conjunto de métodos seguros y económicos que permiten desarrollar los trabajos mineros de preparación, destape y extracción de manera tal que se cumpla con la producción planificada en la cantera, bajo un esquema de empleo racional y eficiente de las reservas del yacimiento.

El sistema de explotación se elige en función del tipo de maquinaria para el transporte, las dimensiones de la cantera y sus elementos de diseño, así como por los índices técnico-económicos de trabajo en la frente.

“El sistema de explotación se elige tomando en cuenta los siguientes aspectos:

1. Condiciones geológicas de orientación del yacimiento:
2. Seguridad para alcanzar la producción planificada en la cantera.
3. Seguridad para extraer el mineral
4. Costos mínimos de operación en los trabajos mineros.”⁵

⁵ <http://www.scribd.com/doc/3933763/Apunte-METODOS-DE-EXPLOTACION>



2.4 IMPACTO AMBIENTAL

Se entiende por impacto ambiental, a cualquier alteración positiva o negativa de las condiciones ambientales o creación de nuevas condiciones ambientales adversas o beneficiosas causada por una acción conjunta de actividades bajo consideración.

Para poder identificar los impactos producto de cualquier operación minera se debe tomar en consideración una evaluación ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, ya definido en sus particulares tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

Luego de esta interpretación se procede a desarrollar un estudio de impacto del EsIA (Estudio de Impacto Ambiental) a cargo del técnico y su presentación al órgano ambiental de control.

Los estudios de impacto ambiental son desarrollados con información bibliográfica disponible que reemplaza al EIA en aquellos casos en que las actividades no involucran un uso intensivo ni extensivo del terreno. Son estudios que el



proponente elabora para contrastar la acción con los criterios de protección ambiental y que le ayuda a decidir los alcances del análisis ambiental más detallado.

Para un estudio de impacto ambiental se toma a en cuenta lo siguiente.

Caracterización del medio

- Medio Físico
- Clima
- Uso actual y potencia del suelo
- Unidades morfológicas
- Sistema hidrográfico
- Medio Biótico
- Descripción de la flora
- Descripción de la fauna.
- Medio Antrópico.

El Plan de Manejo Ambiental de manera detallada establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo y los de contingencia. El contenido del plan puede estar reglamentado en forma diferente en cada país.



“Es el plan operativo que contempla la ejecución de prácticas ambientales, elaboración de medidas de mitigación, prevención de riesgos, de contingencias y la implementación de sistemas de información ambiental para el desarrollo de las unidades operativas o proyectos a fin de cumplir con la legislación ambiental y garantizar que se alcancen estándares que se establezcan”.

Una vez identificados los impactos ambientales se procederá a valorarlos cualitativa y cuantitativa través de la matriz de Leopold.

La matriz de Leopold (ML) fue desarrollada en 1971, en respuesta a la Ley de Política Ambiental de los EE.UU. de 1969. La ML establece un sistema para el análisis de los diversos impactos. El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor. El principal objetivo es garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto. Esta matriz tiene en el eje horizontal las acciones que causan impacto ambiental; y en el eje vertical las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas por esas acciones. Este formato provee un examen amplio de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales”⁶.

⁶ www.monografías.com



3. MATERIALES Y MÉTODOS

En la elaboración del proyecto es indispensable la aplicación de diferentes materiales y métodos ya que sin estos su realización sería nula.

El método descriptivo lo utilizamos en la observación directa sobre el área de estudio, el mismo que nos permitió describir los aspectos más principales que nos sustentan la investigación y de esta manera obtener mayor información, para lograr optimizar o mejorar el sistema de explotación de arcillas en la concesión minera Alfadomus 1.

La metodología aplicada en este proyecto se basa en el trabajo de campo, a través de la observación directa, esto se complementa con la utilización de la herramienta de software: GEODIMETER 2.0, FORESIGHT, ARGIS 9.2, AUTOCAD 2009.

3.1 Materiales de campo

Para la recolección de información se utilizo:

- Estación total Trimble 5000,
- GPS
- Cinta métrica de 50m.
- Lupa
- Martillo geológico
- Brújula Bruntón
- Libreta de campo
- Rayador
- Cámara fotográfica
- Escalímetro



- Carta Topográfica de Loja Norte 1:25000
- Carta Geológica Regional de Loja 1:100000
- Bolsas de muestreo
- Formatos de recolección de datos.

3.2 Materiales de oficina

- Computador Portátil
- Programas Informáticos: AUTOCAD, FORESIGHT, ARGIS 9.2
- Mapas digitales Escala 1:1000
- Suministros (Tinta, Hojas, Impresora)

3.3 METODOLOGIA POR OBJETIVO

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se procedió a desarrollar la siguiente metodología.

3.3.1 METODOLOGIA PARA EL OBJETIVO 1

Valorar los elementos paramétricos del cuerpo mineral a partir de la base topográfica y geológica.

3.3.1.1 Trabajo de campo

a) TOPOGRAFÍA

Para la elaboración de la base topográfica a detalle 1:1000 del sector de estudio, se utilizaron los siguientes equipos.

- GPS
- Estación total marca TRIMBLE serie 5000 DR200
- Un Trípode de aluminio



- Dos prismas
- Un cargador con cable
- Dos baterías
- Cables de transmisión de datos.

Lo primero que se realiza es la ubicación de la estación punto de partida que se constituye como la estación "A" tomando como coordenada de inicio las coordenadas UTM. (Tabla N° 1)

X	Y	Z
691902	9569161	2497

Tabla N°1 Coordenadas de inicio según Datum Psad 56 Fuente (Las Autoras)

Luego se ubica la estación total en el punto ya mencionado para colocar otro punto con GPS que viene a constituirse como la estación B de coordenadas UTM. (Tabla N°2)

X	Y	Z
691894	9569118	2500

Tabla N° 2. Punto B según Datum Psad 56 Fuente (Las Autoras)

Este punto sirvió para referenciar la estación total, encerarla y georeferenciarla, corrigiendo el error que existe con el GPS y así tomar los diferentes puntos con ayuda de los prismas a lo largo del terreno en estudio. (Ver anexo 1, tabla Puntos de estación)



Una vez alcanzados a tomar los puntos con cada estación se procedió a cambiarla cuantas veces sea necesaria para cubrir todo el terreno.

A partir de cada estación se toma diferentes puntos con la finalidad de darle forma al terreno codificando cada uno de ellos. (Véase Anexos 2, Tabla códigos utilizados en el levantamiento topográfico) obteniendo una área total levantada de 7 hectáreas. Tomando en cuenta que el número total de hectáreas que posee la concesión es de 16 hectáreas.

3.1.2 Trabajo De Gabinete

Una vez concluido el trabajo de campo a través de la recolección de puntos mediante la estación topográfica procedemos a procesar los datos en un computador por medio del software denominado "GEODIMETER VERSION 2.0" seguidamente estos datos son procesados por otro programa "FORESIGHT versión 1.3.1" para generar las curvas de nivel, este archivo se lo exporta al programa AUTOCAD 2008 guardándolo como extensión dxf de AUTOCAD, aquí se edita el dibujo por medio de la creación de capas que contienen la información del levantamiento topográfico realizado. (Mapa N° 1)

b) GEOLOGÍA

Para determinar la geología local se utilizó los siguientes equipos como son un GPS marca Garmín, brújula, cinta, martillo geológico, lupa, rayador, libreta de campo, la base topográfica 1: 1000.

Por medio de la observación, directa descripción de afloramientos encontrados en la zona de estudio y la toma



de muestras de mano se pudo determinar la presencia de rocas metamórficas. Por los pocos afloramientos encontrados se procedió a realizar la malla de prospección Geológica sobre la Base Topográfica con dirección al Rumbo del Yacimiento y con una distancia de 50 metros, luego ubicamos cada punto de intersección en la zona de estudio dándonos como resultado 7 calicatas.

Dichas calicatas nos permiten identificar potencias del suelo, yacimiento, coloraciones de arcillas, entre otras. Se recolecto 2 Kg de muestra en cada calicata aproximadamente, colocadas en fundas plásticas con su respectiva codificación (Mapa 8) para luego ser trasladadas al Laboratorio.

3.3.3 Trabajo de gabinete

Las muestras fueron llevadas y analizadas en el laboratorio Geoquímico minero-ambiental (Fotografía N°2) donde se determinó el peso específico, el peso volumétrico, el contenido de humedad, la porosidad, de cada una de las muestras recolectadas. Con esta información identificó el tipo de roca, minerales presentes, propiedades físico - mecánicas de la arcilla.



Fotografía N°2 (Ensayos de Laboratorio)

Con la base topográfica obtenida y la toma de datos de campo más los resultados de laboratorio se procede a crear la base geológica en el programa ARGIS 9.2.

3.4 METODOLOGIA PARA EL OBJETIVO 2

Mejorar los procesos tecnológicos de explotación aplicables a las arcillas del área Alfadomus 1.

3.4.1 Trabajo de campo

A través de un reconocimiento de campo, realizando un recorrido por todo el sector de estudio pudimos establecer el método actual de explotación y demás parámetros relacionados trabajos mineros que la empresa realiza.

3.4.2 Trabajo de gabinete

Para mejorar los procesos tecnológicos de explotación, se debe tomar en cuenta el cálculo de reservas utilizando la base topográfica y geológica, el cual nos sirvió para identificar las reservas probadas y así analizar el mejor método de explotación aplicable.



Para el Cálculo de Reservas se toma en cuenta el Método de los Cortes verticales Paralelos, es decir secciones perpendiculares al rumbo del yacimiento; para ello se realizaron varios perfiles; se calcula el área de la superficie en cada uno de ellos y se aplican las respectivas formulas.

3.5 METODOLOGIA PARA EL OBJETIVO 3

Valorar de los impactos ambientales que se producirán por la optimización del sistema de explotación de arcillas y encontrar las medidas adecuadas para minimizar los mismos.

3.5.1 Trabajo de campo

Para valorar los impactos ambientales se realiza un recorrido por el área de estudio, el cual nos permite identificar los factores ambientales: Medio Físico (suelo, agua, aire) Medio Biótico (fauna y flora) Medio Socio-Ambiental (población, empleo, economía).

❖ Medio físico

Suelo: Ubicamos con el GPS las coordenadas las coordenadas UTM descritas en la Tabla N°3.

X	Y	Z
691884	9569118	2490

Tabla N° 3. Muestra de suelo

Fuente (Las Autoras)

La muestra fue recolectada en este sector debido a que aquí se dispondrán la sobrecarga siendo una de las partes más bajas, fue marcada bajo el código MS1, la muestra fue



traslada al laboratorio para su análisis respectivo. (Ver Anexo N° 8 Ensayos de Laboratorio)

Agua: Fue recolectada en un afluente llamado Quebrada Guangora cercano al sitio de explotación, a través de un recipiente de capacidad 2000 ml, en las siguientes coordenadas UTM que se muestran en la Tabla N° 4. Marcada con el código MA1, misma que fue llevada al laboratorio para su análisis (Ver anexo N° 8 resultados de laboratorio)

X	Y	Z
691522	9569554	2411

Tabla N° 4. Muestra de Agua

Fuente: (Las Autoras)

Aire.- debido a que los equipos utilizados para su análisis no están disponibles en la localidad no se lo considero.

Ruido.- Este análisis se lo hizo por medio del sonómetro, que es un equipo que mide el ruido en decibeles (dB). Se realizó en tres partes de la zona de estudio.(Tabla N°5)

NUMERO DE MUESTRA	X	Y	Z
1	691914	9569180	2590
2	691955	9569137	2505
3	691964	9569176	2500

Tabla N° 5. Ruido

Fuente:(Las Autoras)



❖ Medio Biótico

Con la ayuda del Estudio de Impacto Ambiental realizado en el área minera Alfadomus 1, más la observación de campo se identificó la flora y la fauna existente en el sector.

❖ Medio socio Económico

El estudio socioeconómico perteneciente al Área Minera **ALFADOMUS 1**, se basa en los datos de investigación bibliográfica tomando como base el VI Censo de Población y V de vivienda 2001 - julio 2002; además de algunos datos de campo se obtuvieron en base a las entrevistas con las personas del sitio Cera y Taquil.

3.5.2 Trabajo de gabinete

Una vez obtenidos los datos, mediante la observación directa, el muestreo de campo y análisis de la información respectiva, se procede a desarrollar el plan de manejo ambiental. A través de la matriz de Leopold se puede conocer los impactos positivos y negativos que traen consigo la explotación y la valoración que adquieren los mismos. A esto se suma las medidas de Mitigación, Compensación, Contingencia, el Plan de Cierre de Operaciones y el costo total.



4. RESULTADOS

4.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

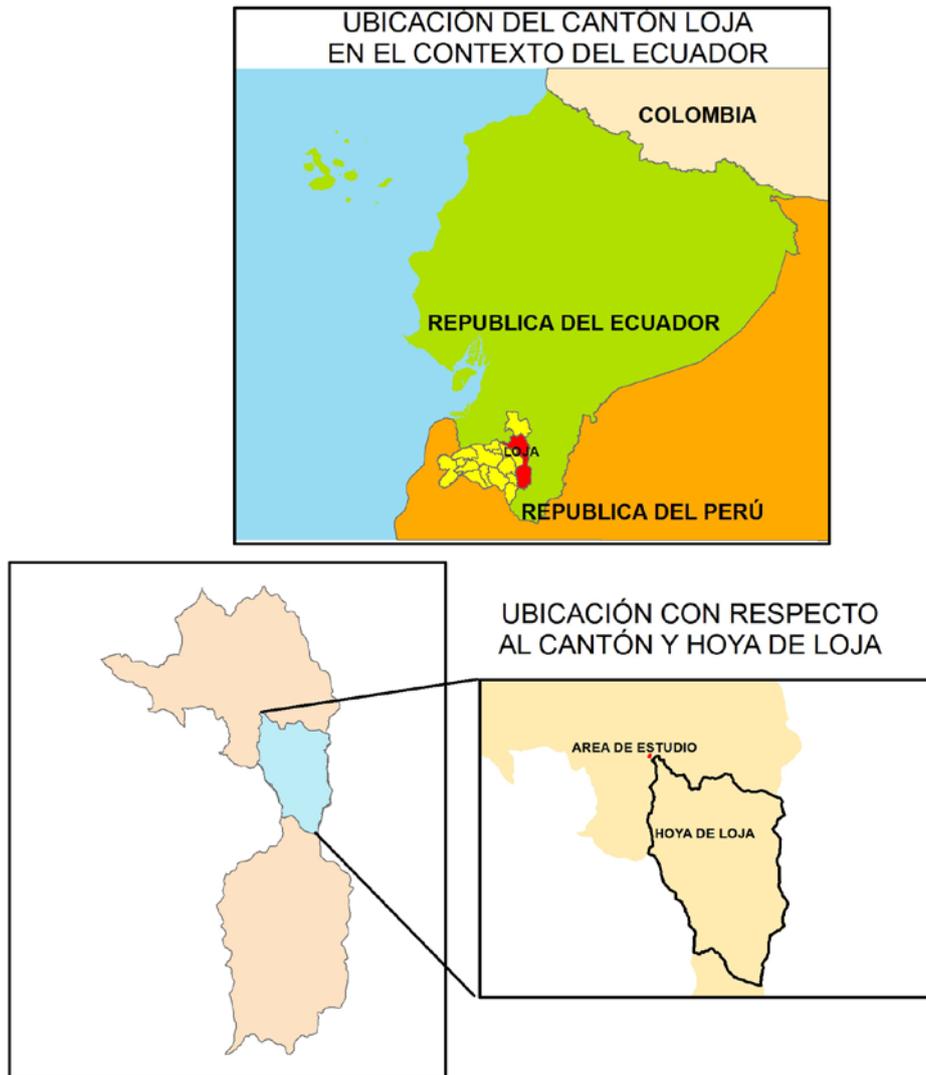


Figura N° 1 (Mapa de Ubicación)

El Área Minera "Alfadomus 1" se encuentra ubicada en el barrio Cera, parroquia Taquil, Cantón Loja, Provincia de Loja, a 10 km de la ciudad de Loja, bajo las siguientes coordenadas (Tabla N°6).



ORDEN	X	Y
0	692600.00	9569700.00
1	692600.00	9569000.00
2	691900.00	9569000.00
3	691900.00	9569700.00

TABLA 6. Coordenadas de acceso al área minera según Datum PSAD 56. Fuente (Catastro Minero)

4.1.2 ACCESO

El acceso hacia el área minera, se lo hace por diferentes medios; como por vía aérea desde la ciudad de Quito o Guayaquil hasta el aeropuerto Camilo Ponce Enríquez de la ciudad de Catamayo (45 minutos de vuelo), desde allí por una vía asfaltada a la ciudad de Loja (33 Km.); para luego continuar por la vía Panamericana que conduce a Cuenca, por una distancia de 10 km, hasta llegar a la vía antigua a Taquil, (Fotografía N° 3) misma que es una vía de tercer orden, desde donde se recorre 2 Km hasta llegar a la zona de estudio. Las coordenadas UTM de acceso son (Tabla N°7)

X	Y
693335	9569084

Tabla N°7 Entrada a la Concesión Fuente:(Las autoras)



Fotografía N°3 Entrada a la Concesión Minera

4.1.3 GEOLOGÍA REGIONAL

SERIE ZAMORA (Paleozoico Inferior al Superior).

Las Rocas Metamórficas forman la Cordillera Oriental a través del Ecuador, y en el área de Loja y Zamora Recibe el nombre de Serie Zamora, caracterizada por ser una secuencia potente e indiferenciada de esquistos moscovíticos-biotíticos, aunque hacia el Este se conocen paragnéises y gneises graníticos metasomáticos (Kennerley, 1973). Metamorfismo de más bajo grado (filitas, cuarcitas). Este tipo de rocas metamórficas de la Serie Zamora están Muy bien expuestas en las carreteras que comunica a la Ciudad de Loja con Catamayo al Oeste y con Zamora al Este.

Los esquistos Zamora continúan hacia el Sur y no sufren discontinuidad al ingresar al Perú, en donde los esquistos del Grupo "Excélsior" que son su equivalente, yacen discordantemente por debajo de los sedimentos fosilíferos, no metamorfoseados del Triácico (Grupo Zambí) y quizá de cuarcitas del Devónico (Formación Ñaupe) (Cobbing et al



1981). Entonces podríamos decir que los esquistos son ciertamente del Paleozoico.

Al Norte la Serie Zamora Comprende gran parte del Cinturón Metamórfico de la parte Sur y Central de la Cordillera Real del Ecuador (Herbert, 1977). Sin embargo, al Este de Cuenca la Serie Subyace únicamente al lado Oriental de la Cordillera (al Este del granito Amaluza), Mientras que al Oeste aparecen metavolcánicos y metasedimentos de bajo grado de metamorfismo del Grupo Paute.

FORMACIÓN SACAPALCA (cretácico superior- paleoceno)

Consiste principalmente de lavas andesíticas y piroclástos que afloran en una depresión alargada de Norte a Sur desde Catacocha hasta Cariamanga y continúa hacia el Sur. La depresión que es de aproximadamente 25 Km. de ancho tiene un brazo al Noreste más allá de Catamayo cerca de Chuquiribamba. Las lavas, que son más resistentes a la erosión forman los lugares altos, mientras que los piroclástos forman las depresiones. Los piroclástos son tobas andesíticas con tobas aglomeráticas y aglomerados subordinados. Las tobas son ligeramente coloreadas, verde claro, morado, amarillo café y compuesta de fragmentos cristalinos, líticos y vítreos.

FORMACIÓN TRIGAL (Mioceno)

Esta formación aflora en la base de la secuencia sedimentaria en el lado Oeste de la Cuenca de Loja, esta constituida por arcillas, lutitas en su mayor parte, localmente está finamente laminada y puede contener delgadas capas de yeso. La naturaleza arcillosa de la



formación también contribuye a la inestabilidad, especialmente cuando esta saturada de agua.

La Formación Trigal buza suavemente al Este debajo de la Formación San Cayetano con la cual se encuentra en relación concordante, al Oeste yace discordantemente sobre los metamórficos y hacia el Sur esta fallada contra las rocas metamórficas.

FORMACIÓN LOMA BLANCA (OLIGOCENO - MIOCENO INFERIOR)

Los volcánicos de la formación Loma Blanca afloran a lo largo de casi toda la cuenca de Malacatus, pero predominan al Norte. Consisten en un aglomerado basal cubierto por toba aglomerática, toba y flujos de lavas.

Los aglomerados contienen bloques de más de un metro de diámetro. Las tobas, que llegan a ser dominantes al sur son generalmente amarillentas y de composición andesítica. Contiene abundante cristales de cuarzo y fragmentos de filita de más de cuatro centímetros de diámetro. Un flujo de lava presente en la formación andesita porfirítica con fenocristales de hiperesteno y andesina en una matriz de vidrio ligeramente desvitrificada y cristales de magnetita. Se estima que el espesor supera los 1500 m.

FORMACIÓN SAN CAYETANO (MIOCENO)

La formación San Cayetano descansa concordantemente sobre la formación Trigal, está constituida por areniscas finamente estratificadas, limolita, lutita silícea, lutita calcárea, mantos de carbón, estratos delgados de conglomerados y capas guijarrosas.



Las areniscas están bien silicificadas de color gris a amarillo y generalmente arcósicas. Muestran rizados y localmente, estratificación cruzada. Las lutitas contienen vetas de yeso de más de 10 cm de espesor y fracturas cubiertas.”⁷

Por lo tanto se concluye que de acuerdo al corte geológico (A-B) y C-D) el Área Minera Alfadomus 1 se encuentra ubicada en su totalidad, sobre la Serie Zamora. (Mapa N° 3)

4.1.4 GEOLOGIA LOCAL

El sector en estudio se encuentra dentro de la serie Zamora, la misma que está constituida por rocas metamórficas entre las que predominan los mica esquistos y los esquistos grafiticos, pizarras además encontramos cuarcitas sericiticas, la foliación tiene un rumbo NE.

El yacimiento es un deposito residual constituido de arcillas limosas caolinizadas, producto de la meteorización de las rocas metamórficas que corresponden especialmente a los esquistos muscovíticos y sericíticos, tiene una coloración gris blanca, con presencia de oxidaciones de hierro en las zonas de fracturamiento que le dan tonalidad amarillenta. Se evidencia la presencia de fragmentos de cuarcitas a lo largo de todo el yacimiento (Tabla N°8), de hasta 20 cm de diámetro. Como se observa en la fotografía N°4.

⁷ **FUENTE:** Tomado de la Hoja Geológica de Loja, escala 1:100 000, Servicio Nacional de Geología y Minería. 1975



Fotografía N° 4 (Cuarcita de 8cm.de diámetro)

X	Y	Z
691984	9569182	2505

Tabla N° 8 Localización de la Cuarcita

Fuente: (Las Autoras)

La potencia aparente de la arcilla varía entre 3 a 20 m. No existe una dirección de contacto visible entre la meteorización y la roca de basamento (roca metamórfica). El depósito residual está recubierto por una capa de material orgánico que varía de 0-5 m a 0.75 m. (Ver Anexo 5 Calicatas)

La arcilla caolinitica predomina en la mayor parte del cuerpo mineral, la cual tiene coloraciones que van desde blanquecina a amarillenta, (Tabla N°9) esto debido a la presencia de óxido de hierro, (Fotografía N°8) esta a su vez se encuentra en contacto con arcillas arenosas, areniscas y arcillas rojas se halla en una parte reducida, en el lado oeste del yacimiento. (Mapa N°4)



Fotografía N° 5 (Arcilla con presencia de óxido hierro)

X	Y	Z
691906	9569105	2490

Tabla N° 9 Arcilla Con Óxido de Hierro Fuente: (Las autoras)

4.1.5 ESTRUCTURAS Y MACIZOS ROCOSOS.

La roca encajante de la zona de estudio se encuentra constituida principalmente por una secuencia potente de esquistos muscovíticos y sericíticos; así como, esquistos cloríticos y pequeñas alternancias de esquistos grafitosos.

Generalmente la roca en su mayoría se encuentra altamente meteorizada en la parte superficial variando en potencias de hasta 3 m en algunos sectores.

Estas rocas se encuentran altamente fracturadas mostrando una foliación con dirección promedio (N30°W, (Fotografía N° 7) y buzamientos que varían alrededor de los 30° hacia el SW. (Tabla N°10)



Fotografía N°6 (arcilla fracturada)

X	Y	Z
691936	9569130	2502

Tabla N°10 Ubicación Arcilla Fracturada

Fuente: (Las Autoras)

4.1.5.1 ESPECIFICACIONES DE LAS ARCILLAS EN EL ÁREA MINERA ALFADOMUS 1.

Al determinar las especificaciones de las arcillas a explotar, en el sector se ejecuta un muestreo y su posterior análisis en el Laboratorio Geoquímico Minero y Ambiental, que permitió determinar la calidad del material, las propiedades, estructura y composición de las arcillas.



• PESO ESPECÍFICO

MUESTRA	COORDENADAS		PESO ESPECÍFICO %
	X	Y	
P1	691909	9569100	2,13
P1+2	691926	9569198	2,41
P2+2	691977	9569190	2,55
P3+3	692024	9569232	2,63
P3+2	692026	9569182	2,48
P3	692009	9569082	2,26
P4+2	692076	9569174	2,46
P4+3	692085	9569223	2,48

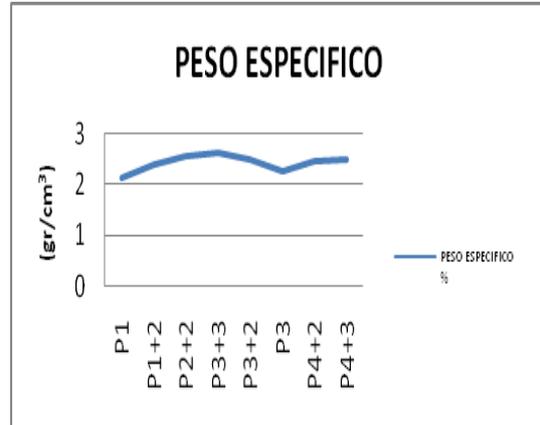


Tabla N° 11: Valores y gráfica de Peso Específico. Fuente: (Las Autoras)

Todas las muestras se hallan dentro del rango de 2 a 3 gr/cm³.

• HUMEDAD

MUESTRA	COORDENADAS		HUMEDAD %
	X	Y	
P1	691909	9569100	44,2
P1+2	691926	9569198	14,1
P2+2	691977	9569190	18,3
P3+3	692024	9569232	18,3
P3+2	692026	9569182	17,8
P3	692009	9569082	21,6
P4+2	692076	9569174	21,12
P4+3	692085	9569223	18,7

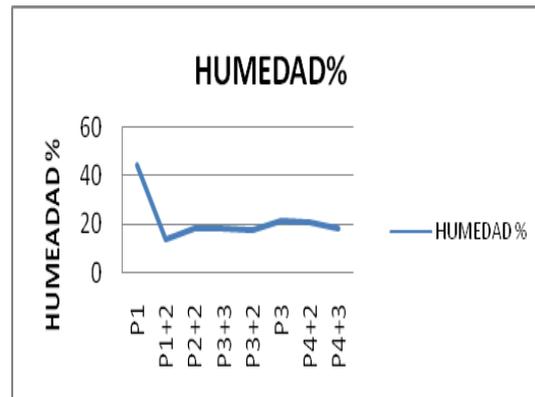


Tabla N°12: Valores y gráfica de Humedad. Fuente (Las Autoras)

Los valores de los análisis de laboratorio indican un valor constante, el cual se lo interpreta como pequeñas



variaciones o similitudes entre las muestras de roca.

• PESO VOLUMETRICO

MUESTRA	COORDENADAS		PESO VOLUMETRICO %
	X	Y	
P1	691909	9569100	1,2
P1+2	691926	9569198	1,8
P2+2	691977	9569190	1,7
P3+3	692024	9569232	1,6
P3+2	692026	9569182	1,4
P3	692009	9569082	1,8
P4+2	692076	9569174	1,5
P4+3	692085	9569223	1,5

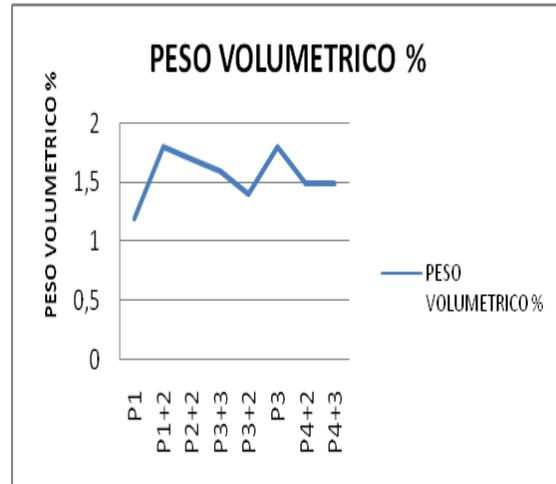


Tabla N° 13: Valores y gráfica de Peso Volumétrico. Fuente: (Las Autoras)

El peso volumétrico considera el volumen de los sólidos como el volumen de los vacíos o poros, puesto que la roca esta constituida de sólidos; de acuerdo a los valores obtenidos por el laboratorio se puede deducir que la Muestra P1+2 y P3 tienen un valor mas alto debido a que son rocas que tienen menor porosidad con mayor cantidad de sólidos.



• **POROSIDAD**

MUESTRA	COORDENADAS		POROSIDAD
	X	Y	
P1	691909	9569100	2,4
P1+2	691926	9569198	2,41
P2+2	691977	9569190	2,55
P3+3	692024	9569232	2,63
P3+2	692026	9569182	2,48
P3	692009	9569082	2,26
P4+2	692076	9569174	2,46
P4+3	692085	9569223	2,48

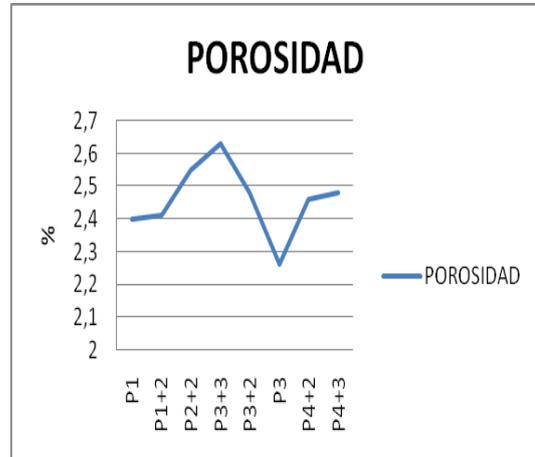


Tabla N°14: Valores y gráfica de Peso Volumétrico. Fuente: (Las Autoras)

La porosidad es una resultante del conjunto de vacíos existentes en la roca, la muestra P3+3 nos da el valor más alto en porosidad con respecto a las demás. Mientras que las restantes tienen un valor aproximado debido a que pertenecen a la misma unidad litológica.



PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA ARCILLA	
PESO ESPECIFICO	2.4 gr/cm ³
PESO VOLUMETRICO	1.5 gr/cm ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	22.46%
POROSIDAD	37.50%
ESPONJAMIENTO	1.3
DUREZA	3
FORTALEZA	< 2 (< 200Kgr/cm ²)

Tabla N° 15: Propiedades físico mecánicas de la arcilla.

Fuente: Laboratorio Geoquímico Minero y Ambiental de la Carrera de Geología Ambiental.



4.2 ESTIMACIÓN DE RESERVAS

Reservas es la cantidad de sustancia mineral útil comprendida dentro de una parte estudiada o del total del yacimiento.

Para el cálculo de Reservas existen métodos sencillos, que se basan en criterios meramente geométricos, que han sido paulatinamente sustituidos por métodos más sofisticados de estimación que se basan en la aplicación de los métodos de estimación espacial.

La determinación de reservas es fundamental en el presente proyecto, para calcular la cantidad de material a ser explotado y de esta manera elegir el método de explotación adecuado que minimice costos de operación y mejore la producción. (Mapa de Cortes Geológicos 5 y 6)

El proceso consiste en estimar con el mínimo de error posible, la cantidad de arcillas que se puede extraer.

4.2.1 RESERVAS LINEALES

$$\text{Perf. (I-II)} = = \frac{S1 + S2}{2} * L$$

$$\text{Perf. (II-III)} = = \frac{S2 + S3}{2} * L$$

$$\text{Perf. (III-IV)} = = \frac{S3 + S4}{2} * L$$

Donde:

Perf. = Perfiles (I; II; III; IV)

S = Superficies de los perfiles

L = Distancia entre los perfiles



El extremo de las reservas se obtiene en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Punta} = S (1/2 \cdot d)$$

Donde:

S = Superficie del perfil (Longitud)

D = Distancia entre el borde y el perfil.

Por dichos parámetros expuestos se considera aplicar el método de los **CORTES VERTICALES PARALELOS**; es decir secciones perpendiculares al rumbo del yacimiento, para el efecto se han realizado varios perfiles se calcula el área de la superficie en cada uno de ellos aplicando las respectivas formulas.

4.2.1.1 RESERVAS PROBADAS:

- **SUPERFICIES**

$$\text{Punta A} = SA (1/2 \cdot d)$$

Donde:

Punta A = Extremo del polígono.

SA = Superficie de punta A

$\frac{1}{2}$ = Potencia media de la superficie A

d = Distancia desde el extremo del perfil A

$$\text{Punta A} = SA (1/2 \cdot d)$$

$$A = 202(1/2 \cdot 20)$$

$$A = 2020 \text{ m}$$



4.2.2 SUPERFICIES DE LOS PERFILES

$$\text{Perfil I -II} = \frac{S1 + S2}{2} * l$$

SA = Superficies de los perfiles A

SB= Superficies de los perfiles B

l = Distancia entre los perfiles

$$\text{Perfil (I -II)} = \frac{202 + 362 * 50}{2}$$

$$\text{Perfil (I- II)} = 14\ 100\ m^2$$

$$\text{Perfil (II-III)} = \frac{S2 + S3}{2} * l$$

$$\text{Perfil (II-III)} = \frac{362 + 191 * 50}{2}$$

$$\text{Perfil (II-III)} = 13\ 825\ m^2$$

$$\text{Perfil (III-IV)} = \frac{S3 + S4}{2} * l$$

$$\text{Perfil (III-IV)} = \frac{191 + 72 * 50}{2}$$

$$\text{Perfil (III-IV)} = 6\ 575\ m^2$$

- **VOLUMENES**

$$\text{Volumen (V)} = A. h$$

Donde;

A = área

h = altura



Volumen 1

$$V1 = 2020 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ m}$$

$$V1 = 3030 \text{ m}^3$$

Volumen 2

$$V2 = 14100\text{m}^2 * 5 \text{ m}$$

$$V2 = 70500 \text{ m}^3$$

Volumen 3

$$V3 = 13825 \text{ m}^2 + 2.5 \text{ m}$$

$$V3 = 34562.5\text{m}^3$$

Volumen 4

$$V4 = 6575 \text{ m}^2 * 2 \text{ m}$$

$$V4 = 13150 \text{ m}^3$$

VOLUMEN TOTAL

$$VT = \Sigma V1 + V2 + V3 + V4$$

$$VT = 121\ 242.5 \text{ m}^3$$

4.2.2.1 RESERVAS PROBADAS

$$Q = VT *pv$$

Donde;

VT= Volumen Total

pv= Peso volumétrico

$$Q = 121242.5 \text{ m}^3 * 1.5 \text{ Ton/ m}^3$$

$$Q = 181863.75 \text{ ton}$$



4.2.3 RESERVAS PROBABLES

Considerando la profundidad, de 9m, por la longitud de 300 m² y el ancho de 98 m²; se obtiene un volumen de 264600m³ con una calidad similar a la arcilla anterior.

$$264600 \text{ m}^3 * 1.5 \text{ Ton/m}^3$$

$$Q = 396900 \text{ Ton}$$

4.2.3.1 RESERVAS POSIBLES

Se considera una profundidad de 12 m, por la longitud de 300 m² y el ancho de 98 m²; se obtiene un volumen de 264600m³ con una calidad similar a la arcilla anterior.

$$Q = V * pv$$

Donde:

V= Volúmen del área

pv = peso volumétrico

$$Q= 352800 \text{ m}^3 * 1.5 \text{ Ton/ m}^3$$

$$Q= 529200 \text{ Ton}$$

4.2.3.2 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 75.75 m³ por día.



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

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

$$Tv = \frac{121242.5 \text{ m}^3}{10000 \text{ m}^3}$$

$$Tv = 12 \text{ años}$$



4.3 DESTAPE Y PREPARACIÓN

4.3.1 TRABAJOS MINEROS FUNDAMENTALES

El destape consiste en la remoción de suelos, desbroce de arboles y rocas que se encuentran encajando al mineral, con la finalidad de descubrir el yacimiento y ponerlo en contacto con la superficie.

El primer trabajo para realizar un frente de trabajo en la explotación lo constituye la etapa de preparación, que en este caso por la poca vegetación existente en la zona y la ausencia de agua en el yacimiento hace que el volumen de trabajo sea mínimo. Se construirá un canal de coronación desde la cota más alta, el cual permitirá que vaya por el curso natural hasta llegar al acuífero más cercano

Maquinaria y equipo para destape y preparación



Fotografía N° 7

Buldózer D7.- Maquinaria apta para hacer la remoción de cobertura vegetal.

La maquinaria que utilizaremos, de acuerdo a las condiciones que se nos presenta en el yacimiento por la escasa capa vegetal existente y por la parcial capa de sobrecarga, utilizaremos un BULDOZER D7 el mismo que



puede realizar tanto el desbroce de la vegetación como la apertura de la trinchera principal, además la limpieza de las plataformas de trabajo que estarán a cargo de este equipo.

4.3.2 DESCRIPCION DEL METODO ACTUAL DE EXPLOTACION

El Área minera "Alfadomus 1" se encuentra realizando las siguientes operaciones mineras que tiene que ver básicamente con explotación.

El método de explotación utilizado es a cielo Abierto. La explotación del mineral se lo realiza a través de un arranque selectivo del mineral, sin contar con un Sistema definido de Explotación (Fotografía N° 9) misma que se la realiza sin un cronograma de trabajo definido, solo cuando la empresa lo requiere del material. No posee un canal de drenaje para las aguas lluvias, lo que trae como consecuencia que en época invernal exista acumulación de aguas en el frente de explotación.



Fotografía N° 8 (Frente de Explotación)



La preparación se la realiza haciendo desbroce de la vegetación existente, mediante el uso de un Buldozer y se acumula este material a un costado del yacimiento. La producción es de 576 m³ al mes, dando un total de 6920m³ de mineral explotado por año.

4.3.2.1 HERRAMIENTA Y EQUIPOS EMPLEADO EN LOS TRABAJOS EN EL ÁREA MINERA "ALFADOMUS 1"

En los procesos de producción del área minera las herramientas empleadas son las siguientes.

- Palas
- Picos

Como equipos tenemos:

- Pala Cargadora con capacidad del cucharón de 1 metro cúbico
- Volquetes de 5 metros cúbicos
- Trailer de capacidad máxima de 22 metros cúbicos, que son los encargados de llevar el material hasta la ciudad de Guayaquil.

4.3.2.2 PROCESAMIENTO DEL MINERAL

Al tratarse de una explotación de consumo es decir que todo el mineral que sale de la cantera va directamente a Guayaquil, a la planta de propiedad de la empresa que es el titular minero este proceso no se realiza en la ciudad de Loja.



4.3.3 METODO DE EXPLOTACION

Considerando costos de explotación y aprovechamiento del mineral, más otros factores como: orientación del cuerpo mineralizado, propiedades físico-mecánico de la roca, topografía, forma, potencia de la sobrecarga, volumen a extraer, se precisa aplicar el **"MÉTODO DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO"**, cuyas ventajas son seguridad los trabajos de explotación y el empleo de equipo pesado de elevado rendimiento.

4.3.3.1 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Al sistema de explotación se lo entiende como un conjunto de operaciones y labores seguras técnicas y económicas para en una forma óptima y racional realizar la explotación del depósito basados en una productividad regular.

Esta conceptualización nos permite conocer que los sistemas de explotación se basan no solo en productividades regulares sino en equipamiento.

La elección correcta del sistema de explotación asegura una alta efectividad de explotación del yacimiento. Además el sistema de explotación adoptado determina la elección del tipo de maquinaria para el arranque, carga y transporte y dimensiones del sector en explotación

Al referirse a una explotación de un depósito se ve en la necesidad de recoger técnicamente la información de los principales elementos físicos técnicos-productivos del proyecto minero.



En forma general los factores fundamentales para una correcta elección del sistema de explotación se establecerán dos tipos de datos:

❖ **INFORMACION CON CARÁCTER GENERAL**

- Situación Geográfica De La Explotación.
- Extensión y límites de la explotación.
- Volumen estimado del material a extraer.
- Topografía del terreno.
- Reservas del depósito.
- Condiciones geológicas.
- Seguridad para personal y maquinaria.
- Sobrecarga.

❖ **DATOS DE CARÁCTER TÉCNICO**

- Infraestructura.
- Maquinaria /equipo/herramienta.
- Elección correcta de maquinaria y equipo.
- Rentabilidad en la producción.
- Tiempo de vida.
- Costos de producción y comercialización.
- Índices técnico-económicos.
- Mano de obra entre otros.

4.3.4 ALTERNATIVAS PARA LA ELECCION DEL SISTEMA DE EXPLOTACION

La minería a cielo abierto tiene como características principales el movimiento de grandes volúmenes de material,



el destape y preparación del yacimiento y extracción del material.

Existen varias clasificaciones del sistema de explotación dependiendo de algunos factores tales como:

Explotación con o sin transporte, explotación con grandes reservas, forma e inclinación del depósito, entre las principales.

Entre las clasificaciones mas importantes que se pueden adoptar al depósito objeto de estudio se tiene las clasificaciones del profesor Ruso E.F Sheshko y la del profesor Rzhevsky (López- Jimeno), las cuales se detallan a continuación.

4.3.5 CLASIFICACION SEGÚN E.F: SHESHKO

La clasificación del profesor E.F Sheshko, toma en consideración si los trabajos de explotación se realiza con o sin transporte del estéril.

Para comprender mejor esta clasificación se la detalla en tabla a continuación.



CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PROFESOR E. F. SHESHKO.	CÓDIGO	GRUPOS DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN	SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN	DESIGNACIÓN CONVENCIONAL DEL SISTEMA
	A	CON TRASBORDO DEL ESTÉRIL A LA ESCOMBRERA POR MEDIO DE EXCAVADORAS O ESCOMBRO - TRANSBORDADORES (DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL) O LLAMADOS SIN TRANSPORTE.	⊕ ⊕ CON TRASBORDO DIRECTO DEL RECUBRIMIENTO. ⊕ CON TRASBORDO MÚLTIPLE DEL RECUBRIMIENTO POR EXCAVADORAS. ⊕ CON TRASBORDO DEL RECUBRIMIENTO POR MEDIO DE ESCOMBRO TRANSBORDADORAS	A - 1 A - 2 A - 3
	B	CON ACARREO DEL ESTÉRIL A LA ESCOMBRERA CON AYUDA DE MEDIOS DE TRANSPORTE (DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL) O LLAMADOS TAMBIÉN CON TRANSPORTE.	⊕ ⊕ CON TRASBORDO DE ESTÉRIL: A LA ESCOMBRERA INTERIOR A LA ESCOMBRERA EXTERIOR, A LA ESCOMBRERA INTERIOR Y EXTERIOR	B - 4 B - 5 B - 6
	C	CON TRANSPORTE Y TRASBORDO DEL ESTÉRIL A LAS ESCOMBRERAS (DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL) O LLAMADO TAMBIÉN COMBINADO.	⊕ ⊕ CON TRANSPORTE PARCIAL DEL ESTÉRIL A LAS ESCOMBRERAS INTERIORES O EXTERIORES. ⊕ CON TRASBORDO PARCIAL DEL ESTÉRIL A LA ESCOMBRERA INTERIOR.	C - 7 C - 8
	A. 0.	CON PEQUEÑO VOLUMEN DE TRABAJO DE DESTAPE CUANDO EL DESPLAZAMIENTO DEL ESTÉRIL A LA ESCOMBRERA NO TIENE SIGNIFICADO ESENCIAL.		A - 0

Tabla N°16



De acuerdo a la tabla anterior y comparando con las características propias del depósito de arcilla en el cual se centra el presente trabajo de investigación, se puede determinar que el sistema que más se acerca a nuestra realidad es el A0 (sistema con pequeño volumen de destape y cuando el desplazamiento del estéril a la escombrera no tiene significado).

En el depósito los volúmenes de material estéril que necesitaran ser removidos son mínimos entre los cuales podemos citar:

Materia orgánica, lodos, arcillas, cuarcitas. Así mismo las labores de explotación son a pequeña escala fáciles de aplicar y desarrollar por lo tanto el Sistema de explotación A0 no es óptimo debido a que es utilizado en yacimientos a gran escala.

4.3.6 CLASIFICACION SEGÚN BUSTILLO REVUELTA MANUEL Y LÓPEZ JIMENO CARLOS

Según la clasificación por los profesores españoles - Bustillo Revuelta Manuel y López Jimeno Carlos de 1991 (Escuela Técnica Superior de Escuela de minas Madrid.) como se lo describe en la tabla N° 17:



PROFUNDIDAD DE TIPO DE EXPLOTACIÓN	RESISTENCIA DE LAS ROCAS	SISTEMAS DE ARRANQUE	GEOMETRÍA	TIPO	MÉTODO
SUPERFICIAL A CIELO ABIERTO	CONSOLIDADAS CON CUALQUIER RESISTENCIA	MECÁNICOS	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Cualquier forma e inclinación, potente de grandes dimensiones. ⊕ Tubular y masivo, de cualquier inclinación, potente y de diemnsiones reducidas. ⊕ Tabular, reducida inclinación, poco potente, escaso recubrimiento y grandes dimensiones. ⊕ Tabular, reducida inclinación, poco potente, escaso recubrimiento y poca dimensión. ⊕ Tabular, reducida inclinación y potencia media, bastante recubrimiento y grandes dimensiones. ⊕ Tabular reducida inclinación, pequeña potencia, recubrimniento y dimensiones variadas. ⊕ Tabular, tumbado, pequeña potencia, macizos rpemanentes. 	I II III IV V VI VII	GRAVERAS CORTA CANTERA DESCUBIERTA TERRAZAS CONTORNO AUGER
	INCONSOLIDADAS O PERMEABLES	HIDRÁULICOS	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Tabular, tumbado, pequeña potencia. Dimensiones reducidas. ⊕ Tabular. Tumbado, bastante potencia, grandes dimensiones. ⊕ Cualquier forma e inclinación, potente y de grandes dimensiones. ⊕ Cualquier forma inclinada, potente y de grandes dimensiones. 	VIII IX X XI	MONITOR HIDRÁULICO DRAGADO MINERÍA POR SONDEOS LIXIVIACIÓN

Tabla N° 17



4.3.6.1 SISTEMA DE EXPLOTACION PROPUESTO

El diseño de una mina tiene múltiples facetas y objetivos entre los que cabe destacar:

- Selección del método de explotación.
- Sistema de explotación.
- Dimensionamiento geométrico de la mina.
- Producción.
- Ley (en el caso de metálicos).

La clasificación de los yacimientos, desde el punto de vista de SU EXPLOTACION, se realiza, comúnmente atendiendo a diferentes criterios (Rzhevsky 1987). En esta consideración, para el yacimiento existente en la concesión minera **ALFADOMUS 1**, pertenece al tipo. Ver tabla N° 18.

TIPO DE YACIMIENTO	EXPLOTABLE: PRODUCCION MEDIA
FORMA/CALIDAD MINERAL:	CAPAS UNIFORMES
RELIEVE ORIGINAL	LOMAS ALARGADAS Y SUBREDONDEADAS CON PENDIENTES MODERADAS.
PROXIMIDAD A LA SUPERFICIE	SUPERFICIALES: CUANDO NO EXISTE MATERIAL DE RECUBRIMIENTO
ROCA DOMINANTE	TIPO METAMORFICO
CARACTERISTICAS PARTICULARES	DEPOSITO DE ORIGEN METAMORFICO PRODUCTO DE LA METEORIZACION DE LOS ESQUISTOS MUSCOVITICOS

Tabla N° 18



Para definir el sistema de explotación del área minera Alfadomus 1 teniendo en cuenta que el depósito mineral es explotable se encuentra en capas, de tipo superficial, de origen metamórfico. Se procedió a caracterizar cada uno de las clasificaciones de los Sistema de Explotación descritas anteriormente. Por lo tanto pertenece al tipo **III, CANTERA, DE GEOMETRIA TABULAR, REDUCIDA INCLINACION, ESCASO RECUBRIMIENTO, CON SISTEMA DE ARRANQUE MECANICO Y TRANSPORTE AUTOMOTOR.**

Las condiciones del yacimiento permiten que se aproveche todo el mineral y se lo pueda extraer mediante 4 bancos en forma descendente, 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. (Anexo 7) La profundidad máxima de la cantera es de 20 mt, tomando como referencia la curva de nivel más alta y la más baja, cerca a la vía de acceso que se encuentra en frente de la zona de explotación.

La maquinaria a emplearse es una retroexcavadora Caterpillar 420 E y 2 volquetes de capacidad de 5 m cúbicos. Cabe recalcar que con esta maquinaria ya cuenta la empresa y se la consideró dentro del desarrollo de este proyecto.

4.3.7 ANALISIS MINERO GEOMETRICO DE LA CANTERA

Al efectuar el análisis minero geométrico de una cantera es necesario realizar el régimen de trabajos que constituyen el estudio y análisis de todos los volúmenes del mineral y estéril dentro de los límites de la cantera. Los volúmenes de masa de roca extraída en



función del tiempo dependen del método de destape elegido, sistema de explotación, entre otros.

El análisis geométrico-minero sostiene la forma geométrica que se adapta al cuerpo mineral, con el fin de establecer la manera de cómo proceder al desarrollo de la explotación y por ende determinar el Sistema de Explotación adecuado para el proyecto.

En base a este análisis se puede establecer en forma más real los parámetros de la cantera de producciones; es decir si en un momento determinado se elige dos Sistemas de Explotación o Métodos de destape variantes, le corresponde un análisis minero geométrico diferente, y a su vez elegir el Método de Explotación más óptimo.

Al considerar que los volúmenes de destape son pequeños y no influyen mayormente en relación a la explotación, ya que la potencia de la capa de suelo correspondiente al horizonte A y que se compone de materiales tipo orgánico es en promedio de 50 cm, por lo tanto la mayor parte del cuerpo mineral lo ocupa la arcilla.

4.3.8 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS GEOMETRICOS DEL SISTEMA DE EXPLOTACION.

4.3.8.1 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 2520 m.s.n.m. y como límite inferior la cota 2500 m.s.n.m. Para fines de cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$H = N_s - N_i$$



Donde:

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

$H = 2520 \text{ m} - 2500 \text{ m}$

$H = 20 \text{ m}$

4.3.8.2 ALTURA DEL BANCO (H_b)

Esta altura debe dar seguridad a los todos los trabajos mineros, bajo un gasto mínimo en la explotación, 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, minero-técnicas y geológicas, dimensiones.

Basándose en estos factores se ha determinado que la roca es medianamente estable con un ángulo de 55° , propuesto como un medio de preservación y seguridad.

La altura del banco en base a una retro excavadora con un brazo de 5.45 m tenemos:

$$H_b = 5\text{m}$$

4.3.8.3 ÁNGULO DE TALUD DE LOS BANCOS EN TRABAJO (β)

Este ángulo de talud puede tener estabilidad temporal, debido a que el talud del banco está en continuo movimiento, esto nos permite obtener ángulos mucho más abruptos.



La determinación del ángulo de talud se lo realiza tomando en cuenta el coeficiente de resistencia de la roca según PROTODIAKONOV, por tanto se aplica el cálculo con el coeficiente de resistencia del mineral siendo:

$$\alpha_T = \arctan f$$

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.

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 la arcilla esquistosa se puede establecer en $f = 2$ y esto nos permite tener un ángulo de trabajo de 55 (Anexo 3).

4.3.8.4 DETERMINACION DEL ANGULO DE TALUD PARA BANCOS EN RECESO.

Se debe tener en cuenta los parámetros de la cantera como la altura del banco, tipo de roca existente, con la finalidad de asegurar la estabilidad del talud para bancos en receso; además el tiempo de vida de la cantera es necesario tenerlo presente para escoger el ángulo.



En un poligrafiado propuesto por el Dr. SOSA en el que se expone los ángulos posibles, tomando en consideración lo expuesto anteriormente tenemos:

$$\alpha_r = 47^\circ (\text{Ángulo tomado del Anexo 4})$$

4.3.8.5 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:

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

$$Nb = \frac{20}{5}$$

$$5$$

$$Nb = 4 \text{ bancos}$$



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

Donde:

(1,3 - 2): Constante

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

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

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

$$Nbt = 4 - 1$$

$$Nbt = 3$$

Por lo que:

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

$$\beta_1 = \arctan \frac{20}{4 * 5cotg55 + 2,6 * 3}; \text{grados}$$

$$\beta_1 = 42.52^\circ$$

4.3.8.6 ANCHO MÍNIMO DE LA PLATAFORMA DE TRABAJO Bpt)

Para el cálculo del ancho de la franja que se va a arrancar con maquinaria; en este caso con una retroexcavadora se hace de acuerdo a los parámetros previstos para la misma, esto es por cuanto no se va a aplicar perforación y voladura.

Los parámetros a tomarse en cuenta son propiedades físico mecánicas de las rocas, tipo de retroexcavadora y transporte a utilizar.



De acuerdo a las condiciones anteriores en este caso las condiciones están dadas para rocas suaves y se realiza la explotación sin utilizar perforación y voladura es igual al frente de explotación en este caso a los parámetros dados de la maquinaria empleada.

$$B_{pt} = A + C1 + O + b; m$$

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

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

$$b = 5/\tan 55$$

$$b = 3.5 m$$

Reemplazando:

$$B_{pt} = 1m + 3,5m + 1m + 3,5m$$

$$B_{pt} = 9 m$$



4.3.9 ELECCION DE LA MAQUINARIA DE CARGA DEL MINERAL

Para la fase del arranque del mineral, se utiliza una Retroexcavadora Caterpillar 420 E (Fotografía N°10) la misma que posee las siguientes características (Tabla N°19).

Modelo de motor	Cat 3054C DIN A
Potencia bruta SAE J1995	78 hp / 58 kW
Potencia bruta ISO 14396	76 hp / 56 kW
Potencia neta SAE J1349	75 hp / 56 kW
Potencia neta - EEC 80/1269	75 hp / 56 kW
Profundidad de excavación - estándar	4.360 mm
Brazo extensible retraído	4.402 mm
Brazo extensible extendido	5.456 mm
Capacidad de la cuchara	0.80 m

Tabla N° 19 (Características Técnicas de la Retroexcavadora)



Fotografía N°9 (Retroexcavadora Caterpillar 420 E)

4.3.9.1 RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA

- **PRODUCTIVIDAD TEÓRICA; m³/h**

$$Qt = 60 * E * Nz$$

Donde:

Nz = número de cucharas descargadas en un minuto

E = capacidad del cucharón (m³)

Tc = tiempo que dura el ciclo (seg.)

$$Nz = \frac{60}{Tc}$$

$$Nz = \frac{1}{3}$$

Nz = 1 por minuto.

$$Qt = 60 * 0.8 \text{ m}^3 * 0.3$$



$$Q_t = 16 \text{ m}^3 / \text{h}$$

• **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 = 1.3 coef de esponjamiento

$$Q_{tec} = 16 \text{ m}^3 / \text{h} * \frac{0.8 * 8h}{1.3 * [(8h + 1.5h)]}$$

$$Q_{tec} = 8.29 \text{ m}^3 / \text{h}$$

• **RENDIMIENTO DE EXPLOTACIÓN:**

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

Donde:

K_u = (0.9) coef de utilización de la cargadora

$$Q_{ex} = 8.29 \text{ m}^3 / \text{h} * 8h * 0.9$$

$$Q_{ex} = 59.68 \text{ m}^3 / \text{turno.}$$



- **NÚMERO DE CARGADORAS:**

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

$$N_{ex} = \frac{60 \text{ m}^3}{69.44 \text{ m}^3}$$

$N_{ex} = 1 \approx$ Se asume la adquisición de **1 Cargadora.**

4.3.9.2 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

$$V_r = 5 \text{ m}^3 * 0.95$$

$$V_r = 4.75 \text{ m}^3$$

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

$$q = 4.75 \text{ m}^3 * 1.5$$

$$q = 7.125 \text{ Tn}$$

- **TIEMPO DE CICLO:**

$$T_{ciclo} = T_{carga} + T_{vc} + T_{vv} + T_{desc} + T_{impr}$$

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



$$T_{\text{carga}} = \frac{4.75m^3}{0.8m^3 * 0.95} * 60$$

$$T_{\text{carga}} = 6.25 \text{ seg} = 7 \text{ min.}$$

- 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

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

Donde:

Long.cargado = Distancia por recorrer.

V. de viaje cargado = Velocidad del vehículo.

$$T_{vc} = 60 * \frac{3Km}{20 Km/h}$$

$$T_{vc} = 9 \text{ min.}$$

T_{vv} = Tiempo de viaje descargado.

$$T_{vv} = 60 * \frac{3Km}{30Km/h}$$

$$T_{vv} = 6 \text{ min.}$$

T_{desc} = Tiempo de descarga.

Elevación hidráulica = 60 seg.

Bajada hidráulica = 60 seg.

$T_{\text{desc}} = 120 \text{ seg} \approx 2 \text{ min}$



Timpr = Tiempo complementario.

Tiempo durante la carga 60 seg.

Tiempo durante la descarga 60 seg.

$$\text{Timpr} = 2 \text{ min}$$

$$\text{Tciclo} = \text{Tcarga} + \text{Tvc} + \text{Tvv} + \text{Tdesc} + \text{Timpr}$$

$$\text{Tciclo} = 7 + 9 + 6 + 2 + 2$$

$$\text{Tciclo} = 26 \text{ min.}$$

- **RENDIMIENTO TEÓRICO:**

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

Donde:

V= Volumen del balde (capacidad)

$$\text{Rteor} = 60 * \frac{5 \text{ m}^3}{0.43\text{h}}$$

$$\text{Rteor} = 11.56 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **RENDIMIENTO TÉCNICO:**

$$\text{Rtecn.} = \text{Rteor.} * \text{Ks}$$

Donde:

$$\text{Ks} = \frac{\text{Kll}}{\text{Kespoj.}}$$

$$\text{Ks} = \frac{0.80}{1.3}$$

$$\text{Ks} = 0.62$$



$$R_{\text{tecn.}} = 16.66 \text{ m}^3/\text{h} * 0.73$$

$$R_{\text{tecn.}} = 7.11 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **RENDIMIENTO PRÁCTICO:**

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

Donde:

N_n = coeficiente de utilización del volquete
(90%)

$$R_{\text{práct.}} = 7.11 \text{ m}^3/\text{h} * 0.80$$

$$R_{\text{práct.}} = 5.69 \text{ m}^3/\text{h.}$$

- **RENDIMIENTO DIARIO:**

$$R_{\text{diar.}} = R_{\text{práct.}} * 6 \text{ h/tur.}$$

$$R_{\text{diar.}} = 5.69 \text{ m}^3/\text{h} * 6 \text{ h/tur.}$$

$$R_{\text{diar.}} = 34.14 \text{ m}^3/\text{día.}$$

- **NÚMERO DE VOLQUETES:**

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

$$\text{Nro. De volquetes} = \frac{69.44 \text{ m}^3/\text{día.}}{34.1 \text{ m}^3/\text{día.}}$$

Nro. De volquetes = 2.03 que equivale a 2 volquetes.



4.3.9.3 ELECCION DE LA MAQUINARIA DE TRANSPORTE

Al transporte se lo considera como aquellas operaciones que involucran distancias y tiempos considerables. Debiendo conocer la maquinaria de transporte ya sea continuas (cintas transportadoras) entre otras; y discontinuas como volquetes de descarga inferior y terex, etc. Diferenciando dos clases de transporte:

La maquinaria utilizada par el transporte será automotor (Volquetes).

Para el transporte del mineral hacia el sitio de acopio del mineral, en la que se cubre una distancia de 3 Km. se lo hará a través de dos volquetes (Figura N° 4) con capacidad de 5 m³, con las características:

4.9.9.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VOLQUETE

- Marca HINO
- Modelo GD
- Tipo de Combustible Diesel
- Capacidad 5 m³
- Ancho Total 2.20m.
- Altura Total 3.20m
- Largo total..... 10m
- Radio de Giro..... 12m
- Velocidad Máxima cargada 20Km/h
- Velocidad máxima vacía 40Km/h
- Potencia estándar 270Hp



Fotografía N° 10 (Volquete de 5m³)

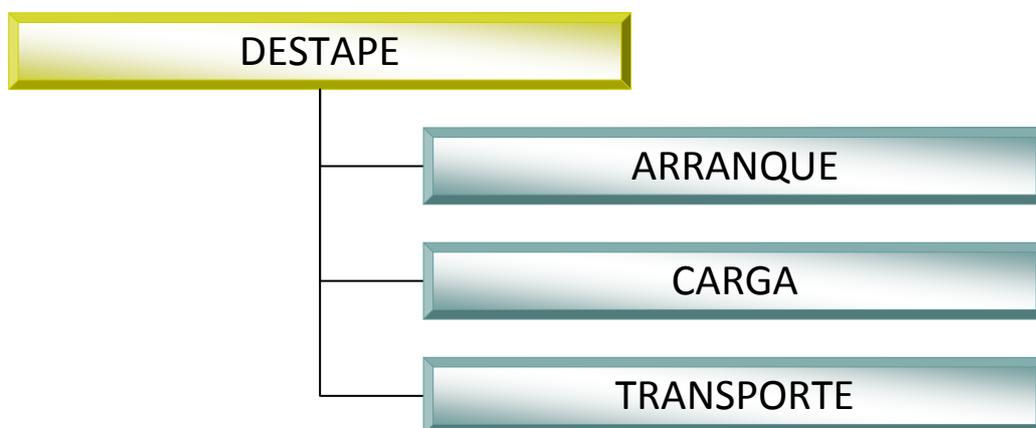
4.4 ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

La organización de los trabajos mineros es un punto importante a tomarse en cuenta en el cual se debe considerar el tiempo con relación a la productividad que desempeñen los obreros y la maquinaria para coordinarlos de tal manera que se pueda establecer normas y procedimientos que sean coherentes con las actividades a realizarse.



4.4.1 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	
CARGADO DE MINERAL	████████████████████					████████████████████			
TRANSPORTE DE MINERAL	████████████████████					████████████████████			
DESCANSO					████████				
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					████████				





4.5 PRESUPUESTO

4.5.1 MAQUINARIA Y EQUIPOS:

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Retroexcavadora 420E	1	12.000,00	12.000,00
Volquete HINO GH - 1720	2	35.000,00	70.000,00
TOTAL			82.000,00

- Maquina Overhauling con 7000 horas de trabajo.

4.5.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Palas	u	3	10,00	30,00
Picos	u	3	12,15	36,45
Combo	u	3	12,00	36,00
Guantes	u	3	15,00	45,00
Cascos	u	3	4,15	12,45
Botas	u	3	25,00	75,00
Mascarillas	u	3	8,00	24,00
Orejas	u	3	7,85	23,55
Total (USD)				282,45

4.5.3 INVERSIÓN TOTAL:

Maquinaria y Equipo	82.000,00
Materiales y herramientas	282,45
Total (USD)	82.282,45

4.5.4 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:



$$Cp = \frac{Inv.}{N}$$

Donde:

Cp = Costo posesión

Inv = Inversión por Maquinaria

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

\$82282.45 USD

$$Cp = \frac{82282.45}{5}$$

Cp = \$16456.46 USD/Año

4.5.5 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 = 144 días * 1 turno * 8 horas

Horas de trabajo año = 1152 horas

Cada 250 horas se hará una reparación.

4.5.5.1 NÚMERO DE REPARACIONES PREVENTIVAS AL AÑO (Nr):

$$Nr = \frac{Horas\ de\ trabajo\ al\ año}{250}$$



Maquinaria y equipo	Horas de trabajo	Reparación	Nr	Nr
Maquinaria y equipo	Horas de trabajo por año	Cada 1000	Nr	Equivalente
Retroexcavadora 420 E	1152	250	4,61	4
Volquete HINO GH - 1720	1152	250	4,61	8

4.5.5.2 RESERVA TOTAL PARA REPARACIONES POR AÑO:

$$Rrep\ total = Nr * Cr$$

Maquinaria y equipo	Nr	Cr	Rrep total
Cargadora Cat 320 C	4	300,00	1.200,00
Volquete HINO GH - 1720	8	250,00	2.000,00
TOTAL (USD)			3.200,00

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

Maquinaria y equipo	Factor	Nº de hor/día	Potencia Motor	Ec USD
Cargadora Cat 320 C	0,04	8,00	78,00	3702,060
Volquete HINO GH - 1720	0,04	8,00	270,00	25629,690
TOTAL (USD)				29331,75

4.5.5.4 EGRESOS POR ALQUILER DE BULDOZER

BULDOZER D7

$$\text{Alquiler} = \text{Costo} * \text{turno} * \text{días al año}$$

$$\text{Alquiler} = 40 \text{ USD/hora}$$

$$\text{Alquiler} = 40 \text{ usd/hora} * 6 \text{ horas} * 2 \text{ dias/año}$$

$$\text{Alquiler} = 480 \text{ USD/ año}$$



4.5.5.5 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

$$A = \frac{\$82.000 * 0.112}{(1 + 0.112)^{11} - 1}$$

$$A = 4153.02 \text{ USD / Anual}$$



4.6 SUELDOS Y SALARIOS

DESCRIPCION	N°	Salario por jornada	Total Mensual	Total Anual
Mano de Obra Directa				
Operador retroexcavadora	1	360,00	360,00	4320
Chofer de Volqueta	2	240,00	480,00	5760
Subtotal Mano de Obra Directa			840,00	10080
Mano de Obra Indirecta				
Ingenieros Minas	1	1.000,00	1000,00	12000
Subtotal Mano de obra indirecta			1000,00	12000
			Total	28080

4.7 SUMA TOTAL DE EGRESOS ANUALES

Costos de posesión	16.456,49
Reservas para reparaciones y mantenimiento	3.200,00
Amortización	4.153,26
Alquiler Buldozer	480,00
Combustibles y Lubricantes	29.331,75
Sueldos y Salarios	22.080,00
Total USD	75.701,50

- El costo por metro cubico de mineral extraído es de 8.76 usd.

4.7.1 INGRESO TOTAL:

Para el cálculo del ingreso total, se toma en cuenta el precio de la tonelada de arcilla en el mercado, que es de 10 dólares.

181863.75 * 10 usd

INGRESO TOTAL = 1818637.5 usd



4.7.2 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: \$ 1818637.5 / 12 años.

INGRESO ANUAL = \$. 151553.125 DÓLARES / AÑO.

4.7.2.1 UTILIDAD:

4.7.2.2 UTILIDAD BRUTA (UB):

UB = Ingresos anuales - Egresos anuales

$$UB = 151553.125 - 75701.50$$

$$UB = 75851.6 \text{ dólares}$$

4.7.2.3 UTILIDAD NETA (UN):

$$UN = UB - \text{Impuestos de ley}$$

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

$$UN = 4 \text{ ha minera} * 0.10 (\$240 \text{ SBU}); \text{ (por Patentes)}$$

$$UN = 96 \text{ USD}$$

$$UN = 75851.6 * 0.05 \text{ (por Regalías)}$$

$$UN = 3792.6 \text{ USD}$$

$$UN = 75851.6 * 0.15 \text{ (por Utilidades)}$$

$$UN = 11377.7 \text{ USD año}$$

$$UN = 75851.6 * 0.25 \text{ (por Impuestos al S.R.I.)}$$



$$UN = 18962.9 \text{ USD}$$

$$UN = 75851.6 - 34229.2$$

$$UN = 41622.4 \text{ USD/AÑO}$$

4.7.2.4 RENTABILIDAD (R):

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

Donde:

IA = Inversión Anual

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

$$IA = \frac{82.282,45 \text{ USD}}{12 \text{ años}}$$

$$IA = 6856.87 \text{ USD/año}$$

$$R = \frac{41622.4 \text{ USD/año}}{6856.87 \text{ USD/año}} * 100\%$$

$$R = 607 \%$$



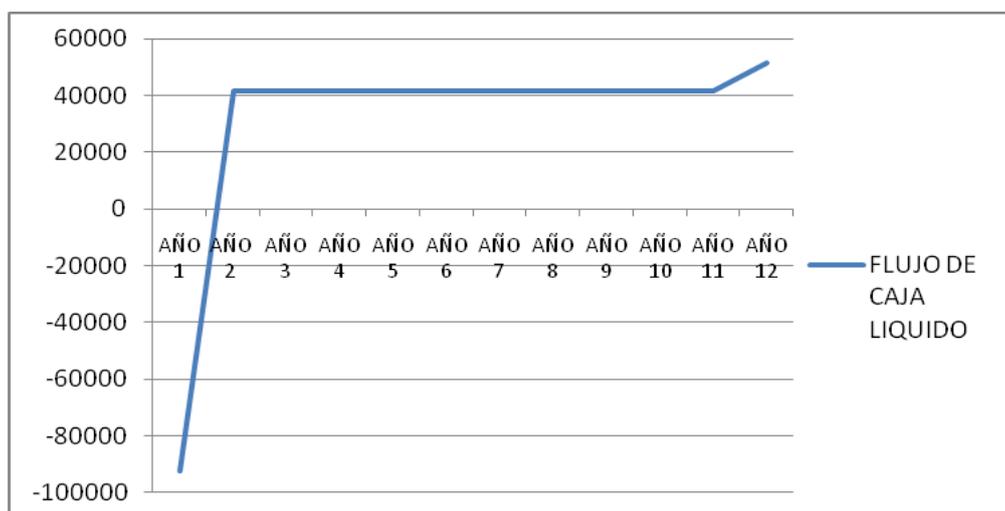
4.7.3 FLUJO DE CAJA LÍQUIDO

TIEMPO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
CONCEPTO							
Inv.							
Total	-82282.45						
Cap. Giro	-10000						
Ingresos		151553.12	151553.12	151553.12	151553.12	151553.12	151553.12
Egresos		-75701.50	-75701.50	-75701.50	-75701.50	-75701.50	-75701.50
Impuestos	-34229.2	-34229.2	-34229.2	-34229.2	-34229.2	-34229.2	-34229.2
Flujo caja Liq.	-92282.45	41622.42	41622.42	41622.42	41622.42	41622.42	41622.42

TIEMPO	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12
CONCEPTO						
Inv.						
Total						
Cap. Giro						+10000
Ingresos	151553.12	151553.12	151553.12	151553.12	151553.12	151553.12
Egresos	-75701.50	-75701.50	-75701.50	-75701.50	-75701.50	-75701.50
Impuestos	-34229.2	-34229.2	-34229.2	-34229.2	-34229.2	-34229.2
Flujo caja Liq.	41622.42	41622.42	41622.42	41622.42	41622.42	51622.42



❖ **GRAFICA**



4.7.3.1 Valor Actual Líquido (VAL)

El valor actual líquido se lo determina utilizando la siguiente expresión:

$$VAL = P (1+r)^n$$

Donde:

P = Utilidad Neta Actual

R = Tasa de Interés

N = Número de años

$$VAL (150\%) = 208487.64$$

$$VAL (180\%) = 47178.6$$



4.7.3.2 TASA INTERNA DE RETORNO

En el cálculo del TIR, se lo determina utilizando la siguiente expresión:

$$TIR = ri + (rs - ri) \left[\frac{VAi}{VAi - VAs} \right]$$

$$TIR = 150 + (180 - 150) \left[\frac{208487.6}{208487.6 - 4718.6} \right]$$

$$TIR = 174.46 \%$$



4.8 IDENTIFICACION Y VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Previo a implementar un Plan de Manejo Ambiental se identificó las actividades generadas durante el desarrollo del proyecto clasificándolos en factores físicos, biológicos y socio económicos. Los cuales fueron valorados por su grado de manifestación, incidencia e intensidad considerando la magnitud (intensidad, duración y zona de influencia) e importancia (mitigabilidad y reversibilidad) designado así con signo positivo, negativo e inexistente en el caso que lo requiera.

Una vez identificados los factores (Tabla 19), se realizó la codificación entre valores y parámetros de magnitud e importancia, tomando una calificación del 1 al 10 considerando la magnitud, intensidad y zona de influencia.

Con los resultados se jerarquizó los factores de cada uno del proyecto que tienen mayor afectación en orden descendente. Conocidos los medios afectados se direcciona el Plan de Manejo ambiental, con la finalidad de reducir el impacto generado al ambiente.



4.8.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y FACTORES AMBIENTALES

ACTIVIDADES GENERALES	
ACCIONES DEL PROYECTO	ACTIVIDADES EXPLORATORIAS
	DESTAPE DEL YACIMIENTO
	CONFORMACION DE BANCOS
	ARRANQUE DEL MINERAL
	CARGA
	TRANSPORTE
	ACUMULACION DE LA ESCOMBRERA
	CIERRE DE MINA

FACTORES		
FÍSICOS	BIÓTICOS	SOCIO-ECONÓMICOS
Agua	Flora	Aspectos económicos
Suelo	Fauna	Empleo
Aire		Accidentes
Topografía		
Paisaje		

Tabla N° 19 Factores a Identificar



4.8.2 IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez identificados los impactos por componentes ambientales se procede a elaborar la "Matriz de identificación y descripción y evaluación de impactos ambientales". La matriz se diseña de modo que integre las actividades del proyecto en los impactos identificados. De esta forma se puede determinar cuáles son acciones que contribuyen a producir el impacto, y por ende se debe intervenir en dichas actividades y modificarlas, si es posible, para neutralizar o minimizar el impacto.



MATRIZ DE VALORACIÓN AMBIENTAL (V.I.A) OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE EXPLOTACION EN EL AREA MINERA ALFADOMUS 1										
FACTORES AMBIENTALES (F.A.)	MEDIO FÍSICO					MEDIO BIÓTICO		MEDIO ANTRÓPICO		RESULTADOS
	1	2	3	4	5	1	2	1	2	
	Agua	Suelo	Aire	Topografía	Paisaje	Flora	Fauna	Empleo	Accidentes	
ACTIVIDADES DE LA OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE EXPLOTACION										
ACTIVIDADES EXPLORATORIAS		X		X	X	X	X	X	X	7
DESTAPE DEL YACIMIENTO		X	X	X	X	X	X	X	X	8
CONFORMACION DE BANCOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
ARRANQUE DEL MINERAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
CARGA		X	X	X	X	X	X	X	X	8
TRANSPORTE		X	X	X	X	X	X	X	X	8
ACUMULACION DE ESCOMBRERA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
CIERRE DE MINA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
N° IDENTIFICACIONES	4	8	8	8	8	8	8	8	8	

Identificaciones con sigla (X)
Número total de Impactos identificados (68)



4.8.3 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El objetivo de valorar los impacto es poner en práctica un criterio basado en el cuidado y protección del medio ambiente, que busque soluciones adecuadas y reúna siempre diferentes medios que disminuyan los efectos negativos, valorando en cuanto a los peligros que conlleva y ponderarlos con otras informaciones e intereses de manera flexible con respecto a los fenómenos analizados. Estos impactos serán valorados con la matriz de interacción ambiental para tal efecto se ha tomado en cuenta criterios de magnitud e importancia.

- **Magnitud:** Es la medida del grado, escala o extensión del impacto; es una cifra de carácter objetivo que se predice en función de las características del área investigada y los factores que lo conforman son: (Intensidad, duración y zona de influencia); lo que será valorada entre 1 (menor impacto) y 10 (mayor impacto) como:

FACTORES	VALOR
Intensidad:	Leve
	Moderada
	Severa
	Muy Severa
Duración:	Corto Plazo
	Mediano Plazo
	Largo Plazo
Zona de Influencia:	Puntual
	Local
	Regional



CALIFICACIÓN	MAGNITUD	INTENSIDAD	DURACIÓN	ZONA DE INFLUENCIA
	M	I	D	
1	Muy Baja	Muy Leve	Corto Plazo	Puntual
2	Baja	Leve	Corto Plazo	Puntual
3	Baja	Leve	Mediano Plazo	Puntual
4	Moderada	Moderada	Mediano Plazo	Puntual
5	Moderada	Moderada	Mediano Plazo	Local
6	Mediana	Moderada	Mediano Plazo	Local
7	Mediana	Moderada	Largo Plazo	Local
8	Alta	Severa	Largo Plazo	Puntual
9	Alta	Severa	Corto Plazo	Regional
10	Muy Alta	Muy Severa	Largo Plazo	Regional

Tabla N°21: Tabla de magnitud y su valoración (Tesis de grado Ing. Marcelo Ordoñez, Gabriela Velepucha)

- **Importancia:** Es la trascendencia del impacto, expresada como el peso relativo que tiene este con relación al resto de impactos; es un valor muy subjetivo desprendido de un análisis cualitativo. Esta enunciado en valores entre 1 (menor impacto) y 10 (mayor impacto) como:

FACTORES QUE LO CONFORMAN	VALORADA COMO
MITIGABILIDAD Es el grado de energía o vigor de las actividades	Mitigable
	Difícil Mitigación
	No Mitigable
REVERSIBILIDAD Es la factibilidad natural de recuperación	Corto Plazo
	Mediano Plazo
	Largo Plazo
	Irreversible



TABLA DE IMPORTANCIA			
CALIFICACIÓN	IMPORTANCIA	MITIGABILIDAD	REVERSIBILIDAD
1	Muy baja	Natural	Inmediato
2	Baja	Natural	Corto plazo
3	Baja	Natural	Mediano plazo
4	Moderada	Mitigable tecnología Local	Mediano plazo
5	Moderada	Mitigable tecnología extra	Mediano plazo
6	Mediana	Difícil mitigación tecnología local	Largo plazo
7	Mediana	Difícil mitigación tecnología extra	Largo plazo
8	Alta	Difícil mitigación experimentación	Largo plazo
9	Alta	No mitigable	Largo plazo
10	Muy Alta	No mitigable	Irreversible

Tabla N°22: Tabla de importancia y su valoración
(Tesis de grado Ing. Marcelo Ordoñez, Gabriela Velepucha)



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

MATRIZ DE VALORACIÓN AMBIENTAL (V.I.A) OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE EXPLOTACION EN EL AREA MINERA ALFADOMUS 1										
FACTORES AMBIENTALES (F.A.)	MEDIO BIOFÍSICO					MEDIO BIÓTICO		MEDIO ANTRÓPICO		
	1	2	3	4	5	1	2	1	2	3
	Agua	Suelo	Aire	Topografía	Paisaje	Fauna	Flora	Empleo	Accidentes	RESULTADOS
ACTIVIDADES DE LA OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE EXPLOTACION										
ACTIVIDADES EXPLORATORIAS	0	-2 / 3	0	-2 / 3	-2 / 2	-1 / 1	-1 / 1	+3 / 3	-1 / 1	-10
DESTAPE DEL YACIMIENTO	0	-4 / 4	-1 / 1	-4 / 4	-4 / 4	-3 / 2	-2 / 2	+3 / 3	-1 / 1	-51
CONFORMACION DE BANCOS	-2 / 2	-5 / 4	-3 / 3	-5 / 4	-5 / 4	-3 / 2	-3 / 2	+3 / 3	-3 / 3	-85
ARRANQUE DEL MINERAL	-2 / 2	-4 / 3	-3 / 3	-2 / 2	-5 / 4	-3 / 2	-3 / 2	+3 / 3	-3 / 3	-61
CARGA	0	-3 / 3	-2 / 2	-2 / 2	-2 / 2	-2 / 2	-2 / 2	+3 / 3	-3 / 2	-26
TRANSPORTE	0	-1 / 1	-2 / 2	-2 / 2	-2 / 2	-2 / 2	-2 / 2	+3 / 3	-3 / 2	-18
ACUMULACION DE ESCOMBRERA	-1 / 1	-3 / 3	-1 / 1	-4 / 3	-3 / 3	-2 / 2	-2 / 2	+3 / 3	-1 / 1	-32
CIERRE DE MINA	+2 / 2	+5 / 5	+4 / 4	+5 / 5	+5 / 5	+4 / 4	+3 / 3	+3 / 3	+3 / 3	+138
POSITIVOS (+)	1	1	1	1	1	1	1	8	1	
NEGATIVOS (-)	3	7	7	7	7	7	7	0	7	
AGREGACIÓN DE IMPACTOS (AI)	-5	-48	-12	-41	-52	-15	-20	+72	-24	-145 / 145



4.8.4 JERARQUIZACIÓN

La jerarquización se la efectuó de acuerdo a la sumatoria de afectaciones negativas y positivas con referencia a la magnitud e importancia, considerando los valores de mayor a menor para su respectivo análisis; siendo el máximo como primer factor de interés que se debe tener en cuenta para su respectiva minimización de impacto al ambiente y así sucesivamente con el resto de valores, como se expresará en el siguiente cuadro:

JERARQUIZACION POR FACTORES			
FACTORES	AFEC. NEGATIVA	AFEC. POSITIVA	JERARQU IA
Paisaje	52		1
Suelo	48		2
Topografía	41		3
Accidentes	24		4
Flora	20		5
Fauna	15		6
Aire	12		7
Agua	5		8
Empleo		72	9
TOTAL	217	72	

Tabla N° 23 Jerarquización de Impactos. Fuente:(Las Autoras)

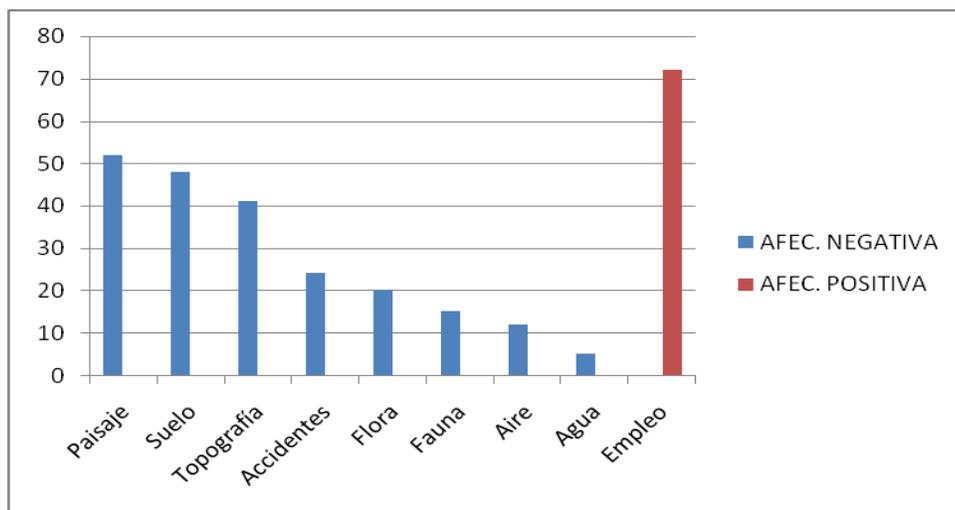


Figura N°2 Jerarquizacion Fuente: (Las Autoras)

De los resultados obtenidos de la evaluación y valoración se puede apreciar los impactos más importantes:

4.8.4.1 Impactos al Medio Físico.

A partir de la problemática ambiental que se presenta por la implantación de un sistema de explotación a cielo abierto para la extracción de arcilla se debe valorar los impactos ambientales producidos durante la realización de esta actividad minera

Entre los principales impactos de mayor repercusión se encuentran:

4.8.4.2 Alteración de la Calidad Visual

La remoción de la cobertura vegetal y del suelo fértil, la elaboración de los bancos de explotación afecta directamente el paisaje natural de la zona. Generalmente



este impacto tiene un carácter irreversible y permanente aún después de terminadas las actividades mineras, se produce la modificación del hábitat con valores paisajísticos irreversibles, a esto se suma la acción de la lluvia y el viento que contribuye a modificar el paisaje ocasionando una erosión mayor especialmente en la etapa de explotación.

4.8.4.3 Alteración de la Composición del Suelo y Alimento de los Procesos Erosivos.

El suelo tiene una valoración de 48 debido a que las actividades de explotación se realizan directamente sobre este, ya que al remover la parte rica en humos de este y colocarla en otro sector esta va a ser compactada y perder su potencial, además, las actividades del sistema de explotación en sí, removerán gran parte del suelo rico en humus. El impacto de erosión causado por esas actividades es bajo.

4.8.4.4 Alteración de Formas de Relieve.

Por las modificaciones al terreno y relieve, se determina que este es medio afectado ya que cuenta con una puntuación de 41, debido a que existen modificaciones de la pendiente por la construcción de bancos de explotación; lo que altera la geomorfología del sitio de estudio. La remoción de estéril, así como las actividades de laboreo minero del yacimiento, implica cambios de la geomorfología de alguna consideración. Este impacto negativo se considera



importante en el área ya que se presenta a corto plazo y con carácter irreversible.

4.8.4.5 Emisión de Polvo a la Atmósfera.

Durante los trabajos de explotación del aire tendrá una mínima afectación ya que por las condiciones climáticas del sector y la identificación de la fuente de contaminación y valoración del mismo este será de 12, cabe indicar que en esta zona la emanación de polvo es reducida ya que la mayor parte del año presenta precipitaciones.

4.8.4.6 Emisión de Gases a la Atmósfera.

Otro de los factores que producen contaminación del aire son igualmente los gases producto de la combustión que producen los equipos a diesel; pero estos son reducidos ya que la jornada de trabajo es poca y los automotores serán revisados cada 500 horas de trabajo para reducir esta afectación al ambiente.

4.8.4.7 Emisiones de Ruido

Se producen emisiones de ruido ocasionado por el movimiento de maquinaria minera en el sitio de laboreo. La emisión será escasa, esporádica y puntual por la magnitud y escala del yacimiento.



4.8.4.8 Alteración de la Calidad de las Aguas por depósito de sólidos.

La magnitud de este impacto será bajo, ya que con la valoración realizada nos da un valor de 5, puesto que el área de estudio no existe una zona de agua cercana al sitio donde se esta realizando la explotación de la arcilla.

4.8.5 IMPACTOS AL MEDIO BIOTICO

4.8.5.1 Impacto a la flora

El impacto en este sector tiene una valoración de 20 considerando la magnitud de la explotación y la poca presencia de especies arbóreas se la considera de carácter bajo ya que por la remoción de la vegetación y eventualmente de la flora existente en la superficie del yacimiento ocurre en un área reducida.

Las especies vegetales propias de los sectores directamente involucrados en la pérdida de la cobertura vegetal corresponden a árboles, como el eucalipto alisos y faique.

4.8.5.2 Alteración del Hábitat Natural y el Desplazamiento de la fauna.

Por tratarse de un ambiente con un número de especies escasas, la magnitud del impacto y la alteración del hábitat y el desplazamiento de la fauna será bajo y su importancia será mínima, ya que no afectará en forma directa a especies con problema de conservación o extinción.



En el área de estudio ocurrirá la pérdida de algunas especies principalmente de hábitos más sedentarios como reptiles, igualmente de aves pero en menor escala, aunque será en un número reducido de especímenes y por no afectar a especies con problemas de extinción su pérdida se considera escasa y de baja magnitud.

4.8.6 IMPACTOS AL MEDIO SOCIO ECONOMICO

Entre los impactos que se presentan al medio Antrópico se encuentran:

4.8.6.1 Aumento de empleo

Este impacto será a mayor escala y con una valoración positiva de 72 ya que nos permite la creación de nuevos empleos directos o indirectos, durante la explotación de arcilla.

4.9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

4.9.1 MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTOS

Las medidas de mitigación están dirigidas primordialmente a alcanzar a corto plazo el equilibrio de los procesos naturales de degradación del medio físico, biótico y Antrópico, identificados, caracterizados y valorizados anteriormente.

Se plantean medidas de mitigación de carácter operacional en las que se puede contemplar medidas de compensación y medidas de mitigación de carácter organizativo, puesto que la



correcta implementación dependerá el éxito de medidas de Carácter técnico.

4.9.3 MEDIDAS DE CARÁCTER TÉCNICO.

4.9.2.1 Medio físico.

Son medidas aplicadas al medio físico dando mayor importancia a los impactos sobre la climatología e hidrografía, suelos y paisajes, mitigando los impactos establecidos en cada uno de estos factores.

a) Suelo y topografía

Durante los procesos de explotación del material se removerá la cobertura vegetal y la parte fértil mismo que deberán ser colocados en forma separada y acumulada en montículos o escombreras de poca elevación con el fin de evitar su compactación de igual manera se lo debe revegetalizar para que no pierda sus propiedades.

Los resultados de la muestra tomada en el sector se pudo determinar que el suelo es franco arenoso teniendo como principales componentes arena, arcilla y limo, con un Ph de 5.4 por lo que lo clasifica como un suelo Medianamente Acido.



Para minimizar la erosión del suelo se debe realizar una siembra con vegetación herbácea de tal forma que se cree una alfombra protectora y mantener la estabilidad de los taludes.

Se debe proceder a la re vegetación de la zona con arbustos y árboles propios de la zona de estudio. Al realizar la remoción parcial del suelo debe realizarse con transporte y disposición planificada de residuos.

Vigilar el manejo seguro de los combustibles y productos químicos, en envases apropiados, tomando las medidas adecuadas para evitar la contaminación a los suelos por vertimientos involuntarios.

b) Paisajes

Implementar medidas con el objeto de reducir la visibilidad de las instalaciones, para evitar la recepción Visual de observadores externos.

Remodelamiento de las superficies topográficas y paisaje a través de terraplenes circunscribiendo al mínimo de emplazamiento.



c) Emisión de polvo y gases que afectan la calidad del aire

Se exigirá que se utilice la tecnología más adecuada para asegurar que las emisiones de polvo y gases se mantengan en niveles aceptables para el trabajo y seguridad de los obreros.

d) Ruido

Para determinar la afectación en este sector se tomo 3 muestras de ruido las cuales nos arrojaron los siguiente resultados, el valor de 34.12 dB como nivel más bajo y 69.4 dB como el nivel más alto. Cabe recalcar que los niveles mínimos de tolerancia para el hombre, según Organización Mundial de la Salud lo considera normal los 50 dB, las muestras fueron tomadas cuando no había actividad de explotación el sector.

Para evitar esta contaminación cree conveniente, presentar un calendario de mantenimiento anual, con la obligación de realizar un mantenimiento mensual de las máquinas y herramientas mineras.

Exigir el uso de protectores auditivos mientras los mineros permanece en las labores mineras.

En todas las actividades del proyecto se buscara que el ruido generado sea mínimo, logro alcanzado mediante la capacitación del personal y el cumplimiento de normas de comportamiento de campo.



Chequear constantemente los dispositivos silenciadores de la maquinaria minera.

e) Afectación a la calidad de Aguas

La alteración a la calidad de agua en este sector será mínima ya que por el área concesionada para los trabajos de explotación no existe una corriente agua cerca o en los límites de la misma.

Para evitar cualquier contratiempo en este sector se decidió tomar una muestra de agua en la quebrada la Guangora para determinar la calidad, la cual nos da como resultado lo siguiente.

El pH del agua es de 7.4 lo que la clasifica como ligeramente alcalina, existe la presencia de sólidos en suspensión y turbiedad tiene contenido de una pequeña concentración de Nitrógeno Amoniacal y Fosfatos, lo que hace que no sea apta para el consumo humano sin un previo tratamiento convencional.

Para evitar la acumulación de agua producto de la lluvia en el frente de trabajo se construirá canales de coronación de la cantera.



4.9.2.2 MEDIO BIOTICO

a) Flora

Re forestación de la zona con árboles y arbustos propios del lugar, estas plantaciones deben realizarse en fajas horizontales, siguiendo la plataforma de bancos que guardan especies de la explotación, éstas plantaciones conforman una serie de terrazas que ayudarán a conservar el terreno evitando y deteniendo la erosión.

Conservar la capa vegetal para su posterior reubicación.

La vegetación removida formada por matorrales, pastos y otras herbáceas principalmente, debido a sus condiciones naturales de rápida recuperación a corto plazo, una vez colocada nuevamente en su sitio inicial, no requerirá de mantenimiento adicional.

Bajo ningún concepto se considerará la tala de ejemplares arbóreos maderables, ni quema de bosques; además el corte de la vegetación deberá realizarse manualmente y procurando que sea el mínimo requerido.

b) Fauna

La intervención humana en la zona ha sido la causa principal para la depredación y alejamiento de las especies animales, debido a la destrucción de su hábitat, cacería, ampliación de zonas de cultivo, explotación maderera Y ampliación de zonas de pastizales. Sin embargo, dentro de este PMA se plantean medidas a



seguirse para evitar aún más la pérdida de los ejemplares que todavía pueden encontrarse en la zona.

Adoptar como norma de campo la prohibición del uso de armas de fuego al igual que la caza, captura y perturbación a las especies.

4.9.2.3 MEDIO ANTROPICO

Capacitar al personal de la empresa para que adopte posiciones de respeto con los habitantes de la zona, es pilar fundamental para lograr acuerdos mutuos que permitan a ambas partes trabajar en armonía.

Dar a conocer al personal sobre normas de seguridad que se deben poner en práctica dentro de la plataforma de trabajo.

Elaboración de un plan de control de las fuentes de contaminación que pueden ser el origen de eventuales problemas de salud, como enfermedades respiratorias, auditivas y de estrés.

Instruir a los trabajadores mineros sobre la importancia del respeto y valores culturales y sensibilizarlos en sus tradiciones en su estilo de vida del asentamiento local.

a) Manejo de desechos

Durante el desplazamiento del grupo de trabajo se utilizarán bolsas plásticas para la recolección de



los desechos domésticos producidos (plásticos, recipientes metálicos y de vidrio generados por la bebida y comida preparada que necesariamente llevarán las personas a los sitios de trabajo), hasta su evacuación final diaria en los caseríos donde habita el personal.

Debido a su cercanía con la ciudad de Loja y que en el sitio no existe campamentos, los cambios de aceites lubricantes grasas y otros químicos se los hará en esta ciudad en un lugar. Bajo ningún concepto se permitirá que los entierren o arrojen dentro del área de trabajo.

Los aceites provenientes del mantenimiento se evacuaran del área de trabajo en recipientes plásticos cerrados herméticamente. Su disposición final deberá registrarse en hojas de control donde constara el volumen, la fecha y el destino final que recibirán.

b) Rehabilitación de los sitios trabajados.

Las labores de restitución del suelo consistirán básicamente en la movilización del suelo retirado hasta el sitio de origen, la compactación y la reposición de la cobertura vegetal.

4.9.3 PLAN DE CONTINGENCIA

Este plan esta orientado a proporcionar acciones de respuesta inmediata y eficaz para enfrentar



accidentes y cualquier situación de emergencia, durante las actividades de explotación.

Organizar y capacitar a los trabajadores, ante situaciones de riesgos naturales y accidentes de trabajo, para que tengan una respuesta rápida y eficaz ante cualquier situación de contingencia que se presente.

Disponer de un botiquín móvil de primeros auxilios con medicinas e insumos que permitan brindar la atención inmediata en caso de requerirlo.

Capacitar en primeros auxilios a un trabajador para que sea el responsable de atender la emergencia en forma inmediata y correcta. Dependiendo de la gravedad, el accidentado deberá ser trasladado hasta un centro de salud cercano o permanecer en el área en situación de reposo; cualquiera de las dos alternativas pero luego de haber recibido los primeros auxilios en forma correcta. El encargado deberá remitir un informe por escrito, en el que se reporte el accidente, cuando y como ocurrió y que medidas se tomaron. Este informe será entregado al responsable de campo.

Para minimizar los riesgos en el campo, se elaborarán procedimientos de seguridad que involucren las principales contingencias que se pueden producir en las operaciones de explotación avanzada.



Respecto a la eventualidad de derrumbes, se recomienda como primera respuesta la evacuación del personal del área afectada. El responsable de seguridad laboral y medio ambiente deberá dirigir las operaciones de evacuación en este caso.

Las acciones post emergencia se reducirá a estabilizar los taludes mediante revegetación, en primera instancia con pastos y otras herbáceas y luego con especies forestales que favorezcan la revegetación natural.

En caso de presentarse un derrame involuntario de combustibles estos deberán ser controlados *in situ* de forma inmediata y siguiendo las siguientes recomendaciones:

- a.** Delimitación del derrame por medio de barreras físicas (tierra o paja en caso de combustibles para evitar la dispersión del contaminante).
- b.** Recolección del contaminante y disposición en envases herméticos para su evacuación del área de trabajo.
- c.** El encargado deberá remitir un informe por escrito, en el que se reporte el accidente, cuando y como ocurrió y que medidas se tomaron. Este informe será entregado al responsable de campo.

La disposición emocional y psicológica es determinante para un correcto desempeño profesional, de allí que los



aspectos de descanso, deberán programarse cuidadosamente, con el fin de que el personal se adapte adecuadamente a las necesidades y ritmo de trabajo.

4.9.4 PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL, DOTACIÓN DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.

Proporcionar al personal, en forma gratuita y obligatoria, el equipo básico de protección personal, mientras realice las operaciones de explotación.

El equipo de protección personal deberá contar con botas de caucho, gafas protectoras, protectores auditivos, guantes, traje impermeable o poncho de aguas, mochila para transportar muestras y vituallas, y machetes. Su reposición se hará cada tres meses, considerando las condiciones climáticas y de trabajo de la zona.

Se debe ubicar en puntos estratégicos una serie de señales, mismas que son de carácter obligatorio para el personal:

- Uso obligatorio del casco
- Uso obligatorio de botas con punteras
- Uso obligatorio de guantes
- Uso obligatorio de mascarillas
- Uso obligatorio de protectores auditivos
- Uso obligatorio de gafas protectoras



- Es obligatorio el uso de los equipos de seguridad.

Además los trabajadores deberán realizarse exámenes médicos periódicos los cuales serán uno al iniciar el año y el segundo al finalizar el mismo, para determinar su estado de salud durante el desarrollo de la explotación.

4.9.4.1 MEDIDAS GENERALES

- Uso obligatorio de cinturón de seguridad
- No sobrepasar la velocidad permitida
- No se permite el ingreso a los lugares de explotación a personal no autorizado, y/o que se encuentren en estado etílico o bajo el efecto de alguna droga.
- Se prohíbe a los trabajadores el uso de ropas sueltas, cabello sin recoger, uso de anillos o aditamentos que puedan agarrarse o abrirse al ejecutar labores cerca de máquinas o elementos de transmisión en movimiento.
- No dar mantenimiento a las máquinas en movimiento.



4.9.4.2 MEDIDAS DE CARÁCTER ORGANIZATIVO

El personal que opera en explotación debe estar lo suficientemente capacitado sobre el manejo ambiental, ésta capacitación debe ser transmitida por profesionales con experiencia en la temática ambiental en cada una de las especialidades como:

- Monitoreo de la calidad del aire y control de la contaminación.
- Manejo de desechos sólidos, control e higiene industrial.
- Control de ruido y vibraciones.
- Protección de los recursos naturales y planificación del uso de la tierra.

Para obtener una eficacia de gran magnitud al aplicar las medidas de mitigación sobre los diferentes impactos ambientales citados anteriormente y considerando las medidas de carácter técnico, se debe aplicar una correcta organización contemplando los diferentes procedimientos, normas, reglamentaciones que se fundamentan claramente en el desarrollo de parámetros técnico organizativos, aplicados en forma directa a estudios de impacto ambiental en el Ecuador, regulados por el Ministerio de Minas y Petróleos.



4.9.5 PLAN DE MONITOREO

Se recomienda muestrear el agua, sedimentos de acarreo producto de la lluvia, suelo y aire. El seguimiento se realizará con el objetivo de controlar el cumplimiento de todas las medidas ambientales propuestas en este PMA.

Mediante una evaluación periódica y documentada anualmente, se obtendrá información que permita establecer en el curso del desarrollo del proyecto, posibles nuevos controles en caso que se detecten desviaciones o efectos negativos que no fueron evaluados durante la realización del estudio ambiental por diversas razones, y que permitan establecer nuevas medidas de control, corrección o adaptar al proyecto a las situaciones que se presenten.

Mediante el monitoreo se pretende identificar los sistemas afectados y comprobar la compensación, mitigación y estimulación previstas, y recolectar, analizar e interpretar la información de campo.

Para la realización del monitoreo se lo hará con una frecuencia de cada seis meses en los que se comprobará:

Cumplimiento del Plan de revegetalización de los sectores afectados.

Para poder cumplir satisfactoriamente estas propuestas, es necesario que los indicadores estudiados sean pocos, que exista la facilidad de medirlos y que sean



representativos dentro del sistema afectado. La recolección y análisis de datos debe tener y realizarse con una frecuencia temporal, preestablecida, actividad que debe cumplirse mediante la observación, recolección de información y el análisis respectivo.

4.9.6 PLAN DE CIERRE Y ABANDONO

Para las actividades de cierre y abandono se toma en cuenta la legislación actual vigente, para los titulares de concesiones mineras, los cuales deberán incluir en los programas anuales de actividades referentes al plan de manejo ambiental, información de las inversiones y actividades para el cierre o abandono parcial o total de operaciones y para la rehabilitación del área afectada por las actividades mineras.

Es por ello que una vez culminadas las actividades de explotación toda la zona de cantera deberá quedar físicamente estable y libre de desechos mineros.

En la fase de cierre se rehabilitaran los suelos mediante el siguiente procedimiento.

- Recubrir el área a ser rehabilitada con el suelo vegetal originalmente retirado en la etapa de destape.
- Fertilizarlos con abono no sintéticos.
- Revegetarlos o reforestarlos con especies nativas del sector.



4.9.7 PRESUPUESTO

OBJETIVO	OBRAS	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO USD	COSTO TOTAL USD
1. MINIMIZAR EL IMPACTO AL PAISAJE					
	Revegetación del suelo	u	100	5	500
	Señalética	1	10	80	800
2. MINIMIZAR EL IMPACTO A LA ATMOSFERA					
	Equipos de protección personal	u	3	55	165
3. MINIMIZAR EL IMPACTO AL AGUA					
	Elaboración de canales de coronación sobre la cantera	u	1	50	50
4. MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS.					
	Recipientes para la disposición final de los desechos	u	2	30	60
5. SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
	Monitoreo de ruido	u	2	600	1200
	Monitoreo de agua y suelo	u	4	600	2400
6. PERSONAL PARA LA EJECUCIÓN					
	Técnico encargado por año	u	1	1000	12000
	Ayudante por año	u	1	400	4800
TOTAL					21975



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

4.9.8 CRONOGRAMA AMBIENTAL

ACTIVIDADES	MESES DEL AÑO											
	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviembre	Diciembre
Señalética	■	■										
Revegetación del suelo				■	■	■						
Remodelamiento del talud				■	■	■	■					
Apantallamiento con arboles							■	■	■			
Equipos de protección personal	■											
Elaboración de canales de coronación sobre la cantera	■	■										
Recipientes para la disposición final de los desechos	■											
Monitoreo ruido	■						■					
Monitoreo de agua y suelo	■						■					



5. DISCUSIÓN

Empresas como Alfadomus se dedican a trabajar este tipo de mineral, el cual ha sido normalizado en varios países europeos y americanos, donde en la actualidad es empleado obligatoriamente por los beneficios naturales que ésta tiene.

Según los estudios realizados anteriormente por la empresa minera Alfadomus 1, se tiene como resultado, una arcilla caolinitica con alto contenido de cuarzo y de hierro, con tonalidades que van desde blancas hasta amarillentas. Estas se han originado por la meteorización de la roca metamórfica (Serie Zamora) la cual está constituida por esquistos muscovíticos y biotíticos. Estos datos son comprobados en nuestra investigación mediante el análisis mineralógico realizado a las muestras de arcilla tomadas en diferentes sectores de la concesión Minera.

La empresa Minera Alfadomus 1, anteriormente tenía un sistema de explotación a Cielo Abierto, en el cual consiste en el arranque del material sin contar con un diseño de explotación, ni con un cronograma de trabajo dando como resultado una producción anual de 6920 m³ al año.

Por tal motivo el presente trabajo busca optimizar el sistema actual de explotación, ya que se cuenta con el calculo de Reservas obteniendo 181863.75 Ton de reservas Probadas, teniendo como tiempo de vida del yacimiento 12 años.



La maquinaria que utilizan es una Pala Cargadora y Volquetes de 5 metros cúbicos, misma que será considerada dentro del presente proyecto, debido a su alta efectividad.

Por las características, con que se cuenta en el área minera Alfadomus 1 y conociendo que el depósito mineral es explotable, se encuentra en capas es de tipo superficial y su origen metamórfico, se escoge el Método de Explotación a Cielo Abierto; mientras que de acuerdo a los profesores españoles - Bustillo Revuelta Manuel y López Jimeno Carlos de 1991, la clasificación le corresponde al Tipo **III CANTERA, DE GEOMETRIA TABULAR, REDUCIDA INCLINACION., ESCASO RECUBRIMIENTO, CON SISTEMA DE ARRANQUE MECANICO Y TRANSPORTE AUTOMOTOR.**

Para la optimización del Sistema actual de Explotación se toma en cuenta criterios técnicos para el arranque, carga y transporte del mineral. El cual consiste en la elaboración de 4 bancos de explotación con una altura de 5 m teniendo en cuenta de 55° grados de inclinación, el cual permitirá mantener la estabilidad del bloque de explotación, además contaremos con una plataforma de trabajo de 9 m la que facilitara la maniobrabilidad de la maquinaria. Con el empleo del método anteriormente descrito se eleva la producción en un 31% llegando a explotar 10000 m³ al año.

Alfadomus 1 con el método de explotación que estaba ejecutando, contaba con criterios ambientales destinados a la protección del ambiente, al optimizar el sistema de explotación no solo se lo vuelve económicamente rentable sino también ambientalmente sostenible ya que se desarrolla un plan de manejo ambiental, en todas sus etapas, para así garantizar que los impactos producidos, en



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

las diferentes etapas de ejecución del proyecto sean controlados.

El plan de manejo ambiental está orientado a efectuar las acciones que permitan evitar, mitigar, corregir, restaurar y compensar los daños ocasionados por el proyecto en sus fases de construcción, operación, mantenimiento, y abandono del mismo, el que está realizado a partir de alternativas óptimas para ejecutar el proyecto.



6. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente proyecto de Optimización del Sistema de Explotación de arcillas en el área minera "Alfadomus 1", Barrio Cera, parroquia Taquil, cantón Loja; provincia de Loja podemos concluir lo siguiente:

- La topografía del sector de estudio es poco irregular, se encuentran pendientes suaves de hasta 2485 msnm hasta los 2510 msnm.
- De acuerdo al levantamiento geológico se pudo determinar que el yacimiento mineral tiene un rumbo de N10°E y de buzamiento 40° W. La sobrecarga tiene una potencia de 0.50 metros y corresponde a la capa de suelo fértil.
- De acuerdo al Calculo de Reservas mediante el Método de los Cortes Geológicos, las Reservas Probadas son 181863.75 ton, las Reservas Probables 396900 Ton y las Posibles 529200 Ton.
- Con la implementación del nuevo sistema de explotación se incrementa la producción en una 30 %, llegando a obtener 10000 m³ al año.
- Los turnos para el trabajo de explotación son de 12 días por mes, con un horario de trabajo de 8 horas diarias.
- La maquinaria a emplearse es una excavadora Caterpillar 420 E para el arranque y carga del mineral, mientras que para el transporte se utiliza dos volquetes de marca



HINO con capacidad de 5 metros cúbicos, maquinaria que cuenta la empresa actualmente.

- Por las características del yacimiento y la poca sobrecarga existente se realiza la explotación mediante en Método a Cielo Abierto.
- El sistema de explotación elegido corresponde al designado convencionalmente como al Tipo **III CANTERA, DE GEOMETRIA TABULAR, REDUCIDA INCLINACION., ESCASO RECUBRIMIENTO, CON SISTEMA DE ARRANQUE MECANICO Y TRANSPORTE AUTOMOTOR.**
- Mediante la valoración cualitativa se pudo identificar 68 afectaciones ambientales, producto de la Optimización del sistema de explotación.
- Con la valoración ambiental cuantitativa se establece que el suelo, el paisaje y la topografía son los medios más afectados dentro de la actividad.
- Con la implementación del Plan de Manejo Ambiental se propone una serie de acciones que ayuden a minimizar los impactos generados por la explotación del mineral.



7. 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.

- Los bancos de trabajo no deben exceder los 55° de inclinación con la finalidad de mantener la estabilidad de los mismos y preservar la integridad física de los trabajadores.
- Para minimizar daños al ambiente se recomienda poner en práctica el plan de manejo ambiental en todas las etapas del proyecto.
- El mantenimiento continuo a la maquinaria evitara retrasos en el cronograma de trabajo y posibles afectaciones al ambiente.
- Contratar personal con conocimientos técnicos y de experiencia para el desempeño efectivo en el desarrollo de las diferentes actividades del frente de trabajo.
- Realizar el Monitoreo para los Medios Físicos como son: Agua, Aire, Suelo, Ruido, cada 6 meses.



8. BIBLIOGRAFIA

Libros:

- BATEMAN, Alan, **Yacimientos minerales de rendimiento económico**, Pag; 11-14.
- CUEVA M, Pio; **"Topografía y Construcción de Proyectos"**. Graficas Santiago. Loja Ec.
- STOCES, B, **"Eleccion y critica de los Métodos de explotación en Minería"**. OMEGA. Barcelona ES.
- VALDES DOMENECH, Francisco; **"Topografía"**. 2da Ed. CEAC. Barcelona. Es.

Tesis:

- CONDOY HURTADO, Henry O. **"Estimación de Reservas y Elección de la mejor alternativa de Explotación de caolín en la Concesión Minera Los Cruceros, del Barrio Cola, Parroquia Guachanamá, Cantón Paltas, Provincia de Loja"**. 2005
- MURILLO M, Edgar L. **"Diseño del Sistema de Explotación A Cielo Abierto del Yacimiento de Yeso Bramaderos, Cantón Paltas, Provincia de Loja."** 2000
- ORDOÑEZ PINEDA, Marcelo Alfredo; VELEPUCHA COSTA, Gabriela del Cisne. **"Optimización del Sistema de Explotación en el Proyecto Minero - Ambiental del barrio Centenario, Ubicado en el Sector Curipamba, Cantón Portovelo, Provincia del Oro."** 2009



María Luisa Villamarín Jaramillo

Carmen Graciela Yunga Salinas

- PARDO JARAMILLO, Wuillam Ramiro; CORDOVA AGUIRRE, Juan Fernando. "Optimización del Sistema de Explotación de Oro en el área minera "La Tigrera", Parroquia Progreso y Pucará, Cantones Pasaje Y Pucará, Provincia del Oro y Azuay. 2010

Paginas Web:

- <http://www.cielosur.com/topografia.php>
- <http://www11.brinkster.com/levcarteol>
- <http://www.monografías.com>
- http://www.ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html
- <http://www.scribd.com/doc/3933763/Apunte-METODOS-DE-EXPLORACION>